This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Chem 7011.12

Harvard College Library

FROM THE FUND OF

CHARLES MINOT

Class of 1828

SCIENCE CENTER LIBRARY

Chem. 7011.12

Bolley's Technologie Neue Folge 15

Handbuch

der

chemischen Technologie

In Verbindung
mit
mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet

und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler
Geheimerath und Professor der Chemie an der Technischen Hochschule in Karlsruhe

---

Neue Folge. Fünfzehnte Lieferung

Die Fabrikation des Rußes und der Schwärze

aus Abfällen und Nebenproducten

mit besonderer Berücksichtigung der

Entfärbungskohle

Nach dem gegenwärtigen Stande dieser Industrie und unter Benutzung der besten Quellen bearbeitet von

Dr. Hippolyt Köhler
Betriebsdirector der Rütgerswerke-Actiengesellschaft, Berlin

Zweite vermehrte Auflage

Mit 96 in den Text eingedruckten Abbildungen

Braunschweig
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn
1906

Ankündigung.

In Folge des ungleichmäßigen Absatzes der einzelnen monographischen Arbeiten aus denen das unter dem Titel:

„Handbuch der chemischen Technologie",

herausgegeben von Prof. Dr. P. A. Bolley und Prof. Dr. K. Birnbaum,
fortgesetzt von Prof. Dr. C. Engler,

erschienene Sammelwerk besteht, ist der Fall eingetreten, daß von einigen derselben neue Auflagen nötig wurden.

Da nun in Folge des raschen Fortschrittes der Industrie sowohl der Umfang als auch der Preis dieser letzteren Bände ein wesentlich anderer geworden ist, als bei der ersten Auflage, so hat sich die Verlagshandlung genötigt gesehen, mit diesen in neuer Auflage erschienenen und noch erscheinenden Monographien eine neue Serie zu bilden.

In dieser neuen Folge werden auch diejenigen Arbeiten Aufnahme finden, deren Einreihung in die Bände des ursprünglichen Sammelwerkes aus formellen oder sachlichen Gründen nicht möglich war.

Es sind hiervon jetzt erschienen:

Liefrg. 1. Fleck, Dr. H. „Die Fabrikation chemischer Producte aus tierischen Abfällen", welche an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 5 tritt.

Liefrg. 2. Benrath, Dr. H. E. „Die Glasfabrikation", welche an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 6 tritt.

Liefrg. 3. Fischer, Dr. Ferdinand. „Die chemische Technologie des Wassers", welche an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 1 tritt.

Liefrg. 4. Andés, Louis Edgar. „Die trocknenden Öle, ihre Eigenschaften, Zusammensetzung und Veränderungen ꝛc."

Liefrg. 5. Lunge, Dr. Georg. „Steinkohlenteer und Ammoniak", welche an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 33 tritt. Neue (4.) Auflage siehe Liefrg. 10.

Liefrg. 6. Knapp, Dr. F. L. „Mineralgerbung mit Metall-Salzen und Verbindungen aus diesen mit organischen Substanzen als Gerbemittel."

Liefrg. 7. Lunge, Dr. Georg. „Handbuch der Soda-Industrie und ihrer Nebenzweige." Zweite, vollkommen umgearbeitete Auflage. Erster Band: Handbuch der Schwefelsäure-Fabrikation.

Liefrg. 8. Lunge, Dr. Georg. „Handbuch der Soda-Industrie und ihrer Nebenzweige." Zweite, vollkommen umgearbeitete Auflage. Zweiter Band: Sulfat, Salzsäure, Leblancverfahren.

Liefrg. 9. Lunge, Dr. Georg. „Handbuch der Soda-Industrie und ihrer Nebenzweige." Zweite, vollkommen umgearbeitete Auflage. Dritter Band: Ammoniaksoda. Verschiedene Sodaverfahren. Chlor. Elektrolyse. Nachträge. — Die drei Lieferungen 7, 8, 9 treten an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 27, 28, 29.

Liefrg. 10. Lunge, Dr. Georg. „Die Industrie des Steinkohlenteers und Ammoniaks." Vierte Auflage, umgearbeitet und stark vermehrt von Dr. Hippolyt Köhler. Erster Band: Steinkohlenteer. Tritt an Stelle von Liefrg. 5 der „Neuen Folge".

Liefrg. 11. Lunge, Dr. Georg. „Die Industrie des Steinkohlenteers und Ammoniaks." Vierte Auflage, umgearbeitet und stark vermehrt von Dr. Hippolyt Köhler. Zweiter Band: Ammoniak. Tritt an Stelle von Liefrg. 5 der „Neuen Folge".

Liefrg. 12. Lunge, Dr. Georg. „Handbuch der Soda-Industrie und ihrer Nebenzweige." Dritte, vollkommen umgearbeitete Auflage. Erster Band: Handbuch der Schwefelsäure-Fabrikation. Tritt an Stelle von Liefrg. 7 der „Neuen Folge".

(Fortsetzung siehe die vorletzte Seite des Umschlags.)

Handbuch

der

chemischen Technologie

In Verbindung
mit
mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet

und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler
Geheimerath und Professor der Chemie an der Technischen Hochschule in Karlsruhe

---

Neue Folge. Fünfzehnte Lieferung

Die Fabrikation des Rußes und der Schwärze

aus Abfällen und Nebenproducten

mit besonderer Berücksichtigung der

Entfärbungskohle

Nach dem gegenwärtigen Stande dieser Industrie und unter Benutzung der besten Quellen bearbeitet von

Dr. Hippolyt Köhler
Betriebsdirector der Rütgerswerke-Actiengesellschaft, Berlin

Zweite vermehrte Auflage

Mit 96 in den Text eingedruckten Abbildungen

Braunschweig
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn
1906

Die Fabrikation

des

Rußes und der Schwärze

aus

Abfällen und Nebenproducten

mit besonderer Berücksichtigung der

Entfärbungskohle

Nach dem gegenwärtigen Stande dieser Industrie und unter Benützung der besten Quellen bearbeitet

von

Dr. Hippolyt Köhler

Betriebsdirector der Rütgerswerke-Actiengesellschaft, Berlin

Zweite vermehrte Auflage

Mit 96 in den Text eingedruckten Abbildungen

Braunschweig

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn

1906

Chem 7011.12
1936
32.5

BOUND DEC 27 1909

Alle Rechte,
namentlich dasjenige der Ueberſetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Published November 15, 1906.
Privilege of Copyright in the United States reserved under the Act approved March 3, 1905 by Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, Germany.

Vorwort zur ersten Auflage.

Während einer mehrjährigen Thätigkeit als Leiter einer mit Rußfabrikation verbundenen Theerdestillation hat sich mir vielfach der Mangel eines Werkes über die Erzeugung von Ruß und Schwärze fühlbar gemacht. Außer wenigen, spärlichen Mittheilungen in einigen encyclopädischen Werken finden sich eine Reihe von einzelnen Notizen über diesen Gegenstand in Büchern und Zeitschriften zerstreut, die größtentheils über die Fortschritte in diesem Industriezweige berichten, und zu ihrer Verwerthung eine eingehende Kenntniß der Fabrikation voraussetzen.

Ich habe damals auf Anregung meines inzwischen verstorbenen Chefs, des Herrn Dr. G. A. Dittler in Höchst a. M., alle diese Publikationen, soweit sie mir zugänglich waren, gewissenhaft gesammelt und diese Sammlung später durch meine eigenen Erfahrungen, sowie durch Mittheilungen bewährter Freunde und Fachgenossen vervollständigt. So entstand die vorliegende kleine Schrift, welche, anfänglich nur zu eigener Belehrung bestimmt, im Laufe der Zeit eine Form angenommen hat, in welcher man sie auch anderen Fachgenossen in die Hand geben kann, zumal ich wohl annehmen darf, durch Berücksichtigung aller Fortschritte bis in die neueste Zeit darin eine Monographie zu bieten, welche ein getreues Bild des gegenwärtigen Standes dieser wichtigen Industrie entrollt.

Gleichwohl bin ich mir bewußt, daß dieser Arbeit sowohl hinsichtlich des Stoffs, als auch der Darstellung, noch manche Mängel anhaften, die der nachsichtige Leser im Hinblick auf den gänzlichen Mangel eines Buches über diesen Gegenstand, sowie die Schwierigkeiten, welche sich der Zusammenstellung der Litteratur entgegenstellten, zu entschuldigen wissen wird. Dadurch, daß die einzelnen Notizen in den Werken und Zeitschriften der verschiedensten wissenschaftlichen und technischen Disciplinen, oft sogar in Artikeln, die einen

ganz anderen Gegenstand behandelten, zu suchen waren, war es leicht möglich, daß manche Notiz von Wichtigkeit übersehen, oder doch nicht in der Vollständigkeit wiedergegeben werden konnte, wie es vielleicht wünschenswerth erschien. Durch eine vollständige Angabe der Litteratur hoffe ich diesem Mangel abgeholfen zu haben.

Die Verlagsbuchhandlung hat das Werkchen in liberalster Weise mit neuen, vielfach nach meinen eigenen Skizzen vortrefflich ausgeführten Holzschnitten ausgestattet. Ihr sowohl, wie allen jenen Herren, welche mich durch Mittheilungen über diesen Gegenstand freundlichst unterstützt haben, sage ich an dieser Stelle meinen besten Dank.

Schkeuditz bei Leipzig, im März 1889.

H. Köhler.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Bei der Bearbeitung der vorliegenden zweiten Auflage meines kleinen Werkchens über die Fabrikation des Rußes und der Schwärze habe ich es für zweckmäßig erachtet, den ersten, von der Fabrikation des Rußes handelnden Theil im Wortlaut der ersten Auflage beizubehalten. Ich ging dabei von der Ansicht aus, daß dieser Theil, als ein für einen bestimmten Zeitabschnitt abgeschlossenes Ganzes, einem neuen Kapitel über die Fortschritte in der Rußindustrie in den letzten 20 Jahren gewissermaßen als historische Einleitung dienen kann.

Der Abschnitt über die Schwärze ist wesentlich erweitert und auf die Fabrikation der Entfärbungskohle ausgedehnt worden. Seitdem die Blutlaugensalzfabrikation nach alter, auf der Verschmelzung thierischer Abfälle mit Alkalien beruhender Methode durch neuere, von Nebenproducten der Leuchtgas-Industrie ausgehende Verfahren verdrängt worden ist, ist die bis dahin fast einzige Quelle für die Gewinnung von Entfärbungskohle versiecht und hat die Erzeugung dieses für die chemische Industrie unentbehrlichen

Materials auf anderem Wege erhöhte Bedeutung gewonnen. Ich darf daher hoffen, den Werth der kleinen Schrift durch die Ausdehnung auch auf diesen, naturgemäß hierher gehörenden Gegenstand nicht unwesentlich erhöht zu haben, zumal es an einer zusammenfassenden Darstellung desselben bislang noch fehlt.

Für den neuen, vierten Abschnitt, welcher die Fortschritte der Ruß-Industrie in den letzten 20 Jahren behandelt, verdanke ich wichtiges Material directen Mittheilungen aus der Praxis, habe dabei aber auch die gesammte Patent- und technische Litteratur über diesen Gegenstand erschöpfend berücksichtigt. Der Schluß des Werkchens, die Prüfung und Werthbestimmung des Rußes und der Schwärze betreffend, ist vollständig umgearbeitet und auch auf die Untersuchung der Schwärze als Entfärbungsmittel ausgedehnt worden. Zur Erleichterung des Gebrauchs habe ich dem Werkchen ferner noch ein sorgfältig bearbeitetes Autoren- und Sachregister beigefügt.

Ich darf nicht schließen, ohne allen jenen Herren, welche mich durch Mittheilungen aus dem reichen Schatz ihrer Erfahrungen freundlichst unterstützt haben, ganz besonders aber den Herren Prof. Dr. Adolph Frank in Charlottenburg, Commercienrath Leo Vossen in Aachen, sowie der Firma Alphons Custodis, Actiengesellschaft für Essen- und Ofenbau in Düsseldorf meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Berlin, im October 1906.

Dr. H. Köhler.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

I. Einleitung 1

Der Kohlenstoff, Vorkommen und Eigenschaften desselben . . . . . —

Lavoisier's Einfluß auf die Kenntniß des Kohlenstoffs . . . . . —

Allotropische Zustände des Kohlenstoffs: Diamant und seine Anwendung als Edelstein und Werkzeug. Graphit und seine Verwendung in Kunst und Industrie. Kohle und ihre technische Anwendung zur Erzeugung von Wärme und Kraft, Entfärbung, Absorption, Reduction, sowie als Farbmaterial. Vierte Modification des Kohlenstoffs 2

Definition von Schwärze und Ruß 4

II. Der Ruß 5

1. Theorie der Rußbildung . . . . . —

Begriff der Verbrennung; Glühen, Flamme . . . . . —

Leuchtende und Nichtleuchtende Flamme . . . . . —

Ursache des Leuchtens: Theorie von Davy. Frankland's Hypothese und Ansicht über die Natur des Rußes. Widerlegung derselben durch W. Stein. Zusammensetzung des Rußes nach Stein, Kubel und J. R. Santos 6

Heumann's Versuche über leuchtende Flammen. Demonstration der Rußbildung in der Flamme 7

Beobachtungen von Knapp über das Entleuchten der Flamme durch indifferente Gase 9

Beobachtungen von Wiebel über Wiederherstellung der Leuchtkraft durch Erhitzen der Gasgemische . . . . . —

Heumann's Theorie der leuchtenden Flamme 10

Abscheidung des Rußes an glühender Fläche 11

Praktische Schlußfolgerungen 12

2. Allgemeine Betrachtungen über Ruß und Rußfabrikation . . 13

Entwickelung der Rußfabrikation . . . . . —

Ruß aus Schornsteinen; Glanzruß, Flatterruß . . . . . —

Rauchverwerthung in Schweden und England 14

Mengen des Rußes aus Steinkohlen bei gewöhnlichen Feuerungen . . . 15

Rußgehalt der Luft in London an Wintertagen . . . . . —

Materialien zur Rußfabrikation . . . . . —

Verbrennungseinrichtungen . . . . . —

Behandlung des Materials; Entwässern, Destilliren, Lösen, Schmelzen . 16

Mineraltheer, Goudron minérale, Präparirter Theer 17

Leitung der Verbrennung; verschiedene Einflüsse der Witterung 18

Seite

Engler's Untersuchungen über die Ursachen der Explosionen in Rußöfen 19
Ausbeuten an Ruß, aus den verschiedenen Materialien 21
Ein- und Ausfuhr von Ruß 1880 bis 1884 . . . . . —
3. Fabrikation von Flammruß 22
Aeltere Einrichtungen. Rußkammer ohne besonderen Feuerungsraum . —
Rußkammer mit getrenntem Verbrennungsraum 23
Einführung von Kammersystemen 24
Saarbrücker Ofen . . . . . —
Oefen mit continuirlichem Betrieb 27
Rußofen von Versch . . . . . —
Schwarzwälder Rußöfen 31
Rußöfen mit Ausnutzung der Verbrennungswärme 34
Vollkommene Entrußung der Rauchgase 35
Verbrennung derselben unter der Dampfkesselfeuerung . . . . . —
Mechanische Vorrichtungen zur Entrußung 36
Filtration der Rauchgase durch grobmaschige Stoffe . . . . . —
Entrußung unter Zuhülfenahme der specifischen Schwere der Rußflocken: Jalousien, Siemen's Spiraldeflector 37
Bau und Einrichtung der Kammern 40
Inbetriebsetzung derselben 41
Weitere Bearbeitung des Rußes. Ventilation desselben . . . . . —
Siebmaschine von Zemsch 42
Reinigung des Rußes; mit Alkohol nach Runge; mit Natronlauge; mit Schwefelsäure nach C. Köchlin; durch Calcination. Calcinirofen für Ruß 43
Packen der Töpfe 45
Eigenschaften des Flammrußes 48
Anwendung des Flammrußes . . . . . —
Verpackung und Versandt 49
4. Die Fabrikation des Lampenrußes 50
Definition von Lampenruß . . . . . —
Aeltere Fabrikationsweise, noch heute in China gebräuchlich . . . . . —
Construction der Lampen . . . . . —
Selbstthätige Füllung derselben 52
Condensation des Rußes in Kammern 53
Apparat von Martin und Grafton 54
Apparat von Lorilleux fils 55
Condensation des Rußes auf kalten Flächen 57
Vorschläge von Prechtl und Gentele . . . . . —
Apparat von Otto Thalwitzer 58
Amerikanischer Lampenrußapparat 61
Apparat von Shoemaker 62
Apparat von Rob. Dreyer . . . . . —
Lampenruß aus natürlichem Gas. Diamantschwarz 65
Eigenschaften des Lampenrußes 68
Anwendung des Lampenrußes 69

III. Die Schwärze 70
1. Allgemeine Betrachtungen über Verkohlung und trockene Destillation . . . . . —
Verhalten organischer Körper bei höherer Temperatur unter Luftabschluß. Trockene Destillation, Verkohlung . . . . . —
Allgemeiner Vorgang bei der trockenen Destillation . . . . . —

Seite
Untersuchungen von Mills 71
Zusammensetzung und Beschaffenheit des festen Rückstandes . . . . . —
Ausbeute an verkohlter Substanz. Einfluß der Temperatur nach Untersuchungen von Violette, Mills, Karsten und Pettenkofer . . —
Natur der flüchtigen Zersetzungsproducte der verschiedenen Materialien . 75
2. Materialien zur Schwärzefabrikation . . . . . —
Anforderungen, welche an dieselben zu stellen sind . . . . . —
Aufzählungen der gebräuchlichen Materialen . . . . . —
Natur des Rohmaterials; Trester, Hefe. Braunkohle, Unterschiede von Steinkohle, Varietäten, Zusammensetzung, Productionsverhältnisse. Bituminöse Schiefer, Vorkommen, Verbreitung. Newton's Patent zur Darstellung von Schwärze aus Gastheer und gelöschtem Kalk . 76
3. Die Fabrikation der Schwärze 79
Verkohlung in Meilern und geschlossenen Oefen . . . . . —
Verkohlung in Töpfen, Mittheilungen von Matthey 80
Verkohlung in Retorten, Retortenofen nach Matthey ohne Gewinnung der Nebenproducte 81
Retortenofen von Illgen mit theilweiser Gewinnung der Nebenproducte 83
Oefen von Brison, Gits und Du Rieux 85
Englischer Retortenofen nach Lunge . . . . . —
Vergasung von Weintrestern nach Illgen 88
Ofen von Halliday mit continuirlicher Füllung und Entleerung . . . . . —
Apparate von Lahoré und Moissan 89
Retortenofen von Berg und Nepp 90
Heißluftapparat von Nepp . . . . . —
Verkohlung mit überhitztem Dampf . . . . . —
Apparate von Perutz, Grotowsky und Ramdohr 91
Apparat von Zwillinger . . . . . —
Weitere Verarbeitung der Schwärze 92
Mahlmühle, Desintregrator, Mahltrommel, Naßmühle, Trockenanlagen . . . . . —
Betriebsresultate, Eigenschaften und Anwendung der Schwärze 96
Ein- und Ausfuhrstatistik 1880 bis 1903 . . . . . —
Preise verschiedener Schwärzen 97
Allgemeine Charaktereigenschaften . . . . . —
Verwerthung der Abfälle von Lichtkohle der Bogenlampen . . —
Herstellung von Schwärze aus Braunkohle ohne Verkohlung . . —
4. Die Schwärze als Entfärbungsmittel 99
Allgemeine Charakteristik der Entfärbungskohle . . . . . —
Geschichtliches über Entfärbung . . . . . —
Lowitz und Figuier's Beobachtungen . . . . . —
Filhol's Versuche . . . . . —
Ansichten über die Ursachen der Entfärbung . . . . . —
Physikalische (Oberflächen-) Wirkung 100
Oxydirende und reducirende Wirkungen der Kohle . . . . . —
Beobachtungen von A. W. Hofmann und Cazeneuve . . . . . —
Monde und Heintz' Versuche . . . . . —
Mineralische Entfärbungsmittel 101
Angaben von Behrigs, Zalozieckі und Höland . . . . . —
Silicate, Kaolin, Magnesiumhydrosilicat . . . . . —
Ursachen der Wirksamkeit der Knochenkohle 102
Bussy und Payen's Arbeiten . . . . . —

Seite
Tabellarische Uebersicht des Entfärbungsvermögens verschiedener Kohlen . 103
Ursprüngliches Rohmaterial für Entfärbungskohle . . . . . —
Die Fabrikation der Entfärbungskohle 104
Allgemeine Gesichtspunkte . . . . . —
1. Entfärbungspulver aus dem Satz der Blutlaugensalzfabriken . . 105
Zusammensetzung desselben . . . . . —
Verarbeitung des Satzes . . . . . —
2. Entfärbungspulver aus Knochenkohle 106
Zusammensetzung der Knochenkohle . . . . . —
Verarbeitung der Knochenkohle . . . . . —
3. Entfärbungskohle aus Horn, Blut, Lederabfällen, Pflanzenextracten ꝛc. 110
Verfahren von Laßberg, Brandenburg u. Degener . . . . —
4. Entfärbungskohle aus Braunkohle, Torf ꝛc. 112
Bergounhioux' Beobachtungen . . . . . —
Koks als Entfärbungsmittel . . . . . —
Künstliche Surrogate . . . . . —
Die Anwendung der Entfärbungskohle 115
Natur der zu entfärbenden Substanzen . . . . . —
Einfluß der Temperatur beim Entfärbungsvorgang . . . . . —
Trocknen des Entfärbungspulvers 116
Anzuwendende Menge an Entfärbungspulver . . . . . —
Winke für die Anwendung im Laboratorium . . . . . —
Klärende Wirkung auf trübe Flüssigkeiten . . . . . —
Verlust des Entfärbungsvermögens 117
Wiederbelebung der Entfärbungskohle . . . . . —

IV. Die Fortschritte der Ruß-Industrie in den letzten 20 Jahren 119
Ursachen des Aufschwungs . . . . . —
Neuere Rohmaterialien für die Rußfabrikation . . . . . —
Gründe für die Heranziehung derselben . . . . . —
1. Benzol 120
Thalwitzer's Patent . . . . . —
2. Naphtalin 122
Schwierigkeit der Verarbeitung . . . . . —
Genthe's Patent . . . . . —
3. Calciumcarbid bezw. Acetylen . . . . . —
Berger und Wirth's Patent . . . . . —
Zersetzung des Acetylens durch hohe Temperaturen 124
Neuere Verfahren für die Abscheidung des Kohlenstoffs aus Acetylen . . . . . —
Einfluß der Entstehungstemperatur auf das specifische Gewicht des Kohlenstoffs . . . . . —
4. Natur- oder Erdgas 125
Vorkommen, Geschichte und Anwendung desselben . . . . . —
Zusammensetzung . . . . . —
Verarbeitung auf Ruß in den Vereinigten Staaten . . . . . —
Moderne Rußanlagen 130
Wahl des Systems . . . . . —
Leistungsfähigkeit der einzelnen Systeme . . . . . —
a) Die Flammrußfabrikation 132
Mängel der früheren Arbeitsweise . . . . . —
Rußofen nach Zerr und Rübenkamp 133
Rußofen von Fabricius 136

Seite
Oefen der Firma Alphons Custodis 139
Ofen von O. Thalwitzer 141
Rußöfen mit gleichzeitiger Gewinnung von Pech 146
G. Wegelin's Patente . . . . . —
Patent der Kölner Rußfabriken, Actien-Gesellschaft 148
Andere, neuere Verfahren . . . . . —
Willkürlicher Einfluß auf die specifische Schwere des Rußes . . . 152
Condensation des Rußes beim Ofenbetrieb 154
Verfahren von Gontard . . . . . —
A. Lindner's Patent 155
Andere Vorschläge von Dewey, Rößler und Reinhard, Rösing, Ogiloy 157
Fiechter's Rußcollectoren 159
Lodge's Erfolge . . . . . —
b) Die Lampenrußfabrikation 162
Lampenrußapparate von Alphons Custodis . . . . . —
Verbesserter Apparat von Dreyer 163
G. Wegelin's Patente . . . . . —
c) Fabrikation von fein vertheiltem Kohlenstoff (Ruß) auf anderm Wege 167
Pyrogene Zersetzung organischer Substanzen in Dampfform . . . —
Retortengraphit und „freier Kohlenstoff" im Steinkohlentheer . . . —
Zersetzung gasförmiger Kohlenwasserstoffe durch Metalle . . . . —
Abscheidung des Kohlenstoffs aus fester Kohlensäure . . . . . —
Endothermischer Zerfall des Acetylens . . . . . —
Mc. Tighe's Patent zur Zersetzung der Kohlenwasserstoffe . . . —
Verfahren von Schneller und Wisse 168
W. Majert's Patent . . . . . —
Berthelot's Beobachtungen über den Zerfall des Acetylens . . . —
Hubou's Patent über die Herstellung von Acetylenschwarz . . . 169
Verfahren von A. Frank 170
Verfahren von F. Morani 174
Patent der Electricitäts-Actiengesellschaft vormals Schuckert u. Co. 175
Mixter's Untersuchungen über den Ruß aus Acetylen . . . . —
Wahrscheinliche allotrope Form desselben . . . . . —
Physikalische Eigenschaften . . . . . —
d) Weitere Behandlung des Rußes bis zum Versandt . . . 177
Calcinirofen von Custodis . . . . . —
Präzisionssaßpackmaschine von Kirberg und Hüls 178
e) Ausbeuteziffern, Preise und Marktverhältnisse 181
Ausbeuten bei der Flammrußfabrikation . . . . . —
Ausbeuten bei der Lampenrußfabrikation . . . . . —
Ausbeuten bei der Zersetzung von Acetylen durch Explosion . . . 182
Gegenwärtige Marktpreise für Ruße aller Art . . . . . —
Deutschlands Ein- und Ausfuhr an Ruß und Buchdruckfarben —
Ausfuhr der Vereinigten Staaten an Rußen aller Art . . . . . —
Rußlands, Frankreichs und Oesterreichs Außenhandel in Ruß . . —
Ursachen der Zunahme des deutschen Außenhandels in Ruß . . . 184

V. Prüfung und Untersuchung des Rußes und der Schwärze 185
Allgemeine Gesichtspunkte . . . . . —
1. Untersuchung des Rußes . . . . . —
Specifisches Gewicht 186

Seite

Zusammensetzung . . . . . —
Feuchtigkeit und Aschengehalt 187
Gehalt an Empyreuma . . . . . —
Berlinerblau im Ruß . . . . . —
Bestimmung der Nuance 189
Bestimmung der Deckkraft . . . . . —
Unterscheidung des Rußes von Schwärze . . . . . —
2. Untersuchung der Schwärze 191
Prüfung auf Nuance und Deckkraft . . . . . —
Identificirung verschiedener Schwärzen . . . . . —
Aschenanalyse 192
3. Chemische Untersuchung von angeriebenen Ruß- und Schwarzfarben 193
Extraction . . . . . —
Untersuchung des Rückstandes . . . . . —
4. Prüfung und Untersuchung der Entfärbungskohle 194
Anforderungen an Entfärbungskohle . . . . . —
Specifisches Gewicht . . . . . —
Provenienz der Kohle . . . . . —
Feuchtigkeit . . . . . —
Bestimmung des wirksamen Kohlenstoffs . . . . . —
Bestimmung der entfärbenden Kraft 196
Auf chemischem Wege nach v. Schwarz und Schober . . . . . —
Auf optischem Wege 197
Payen's Decolorimeter . . . . . —
Decolorimeter von Bentzke . . . . . —
Stammer's Chromoscop 198
Colorimeter von Dubosc . . . . . —
Stammer's neues Farbenmaß 200
Colorimeter von Salleron . . . . . —
Gallenkamp's Colorimeter 202
Spectrocolorimetrie nach Vierordt . . . . . —
Einfaches Verfahren in der Paraffin-Industrie . . . . . —
Gesammt-Analyse . . . . . —

I.

Einleitung.

Gegenstand der vorliegenden Besprechung ist der Kohlenstoff in jener Form, die wir unter dem Namen „Ruß“ und „Schwärze“ kennen und im täglichen Leben in mannigfaltiger Anwendung sehen. Der Kohlenstoff gehört zu denjenigen Elementen, welche am allgemeinsten in der Natur verbreitet sind und in der größten Menge vorkommen. In reinem Zustande findet er sich selten, nur als Diamant und Graphit, in mächtigen Lagern dagegen als fossile Ueberreste organischer Materien, als Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf; von diesen besteht jedoch nur das älteste Glied, der Anthracit, aus ziemlich reinem Kohlenstoff, während der Gehalt der anderen an Wasserstoff und Sauerstoff darauf hinweist, daß ihre Umwandlung in Kohle noch nicht vollkommen erfolgt ist. In ungeheurer Menge tritt der Kohlenstoff ferner noch als Kohlensäure auf, welche theils in freiem Zustande sich in der Atmosphäre befindet oder aus dem Boden durch Vulkane, Mineralquellen ꝛc. exhalirt wird, teils gebunden an anorganische Stoffe in Form von kohlensaurem Kalk und Dolomit ganze Gebirgsformationen bildet. Endlich sind noch eine Menge verschiedener Kohlenwasserstoffe zu erwähnen, die theils als Gas und Dampf, theils in flüssiger oder fester Form als Petroleum, Bergwachs, Ozokerit, Asphalt zu Tage treten.

Der Kohlenstoff spielt sowohl in rein chemischer Beziehung, als auch mit Rücksicht auf die zahlreichen Arten seiner technischen Anwendung eine sehr wichtige Rolle. Er ist seit den frühesten Zeiten bekannt, aber die genauere Kenntniß seiner chemischen Eigenschaften fällt erst in die Epoche, in der Lavoisier die Wissenschaft umgestaltete, und erst seit dieser Zeit ist er auch als Element erkannt. Seitdem haben der Kohlenstoff und seine Verbindungen stets die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich gezogen, so daß es heute in der ganzen chemischen Wissenschaft kein Gebiet giebt, das so gründlich erforscht ist wie dasjenige der Kohlenstoffverbindungen oder organischen Chemie.

Der Kohlenstoff ist immer fest, besitzt weder Geschmack noch Geruch und wird durch die Wärme nicht verändert; er ist nur im elektrischen Flammenbogen flüchtig, nicht schmelzbar und in allen bekannten Lösungsmitteln unlöslich. Er hat zu den anderen Elementen bei gewöhnlicher Temperatur gar keine Verwandtschaft und verbindet sich nur bei erhöhter Temperatur mit anderen nichtmetallischen und metallischen Körpern. Seine übrigen Eigenschaften wechseln sehr, je nach der besonderen Form, in der er sich befindet. Der Kohlenstoff tritt nämlich in drei verschiedenen allotropischen Zuständen auf, und dieser Eigenschaft verdankt er nicht zum geringsten Theil seine ungemein vielseitige Anwendung. Eine vierte

Modifikation glaubt Mixter[1]) in dem aus Acetylen abgeschiedenen Kohlenstoff gefunden zu haben, wie an anderer Stelle näher ausgeführt werden soll.

Bald ist er regelmäßig krystallisirt, durchsichtig, von ausgezeichnetem Glasglanz, weder Elektricitäts- noch Wärmeleiter; dies ist der Diamant, der als kostbarster Edelstein dem Menschen zum Schmuck dient oder von ihm in Folge seiner Eigenschaft, der härteste Körper zu sein, dazu benutzt wird, um andere Körper zu bearbeiten, ja sogar um ganze Gebirge zu durchbohren; bald zeigt er eine verworrene Krystallisation, ist blätterig, schwarz und vollkommen undurchsichtig, metallisch glänzend, Elektricitäts- und Wärmeleiter; dies ist der Graphit, der dem Künstler als Griffel dient und im täglichen Leben, wie in der Elektrotechnik, eine wichtige Rolle spielt. Bald endlich zeigt er keine Spur von Krystallisation, ist amorph, mehr oder weniger schwarz, vollkommen undurchsichtig und nicht glänzend; dies ist die Kohle, die, mit mehr oder weniger Wasserstoff und Sauerstoff verbunden und mit anorganischen Körpern verunreinigt, als Steinkohle, Braunkohle und Torf in der Natur vorkommt, von dem Menschen in Form von Holzkohle, Koks, Schwärze und Ruß in reinerer Form künstlich erzeugt wird und ihm im häuslichen und industriellen Gebrauche die wichtigsten Dienste leistet.

Vor Allem ist es die Eigenschaft des Kohlenstoffs, bei erhöhter Temperatur eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoff zu zeigen, die von den Menschen in ergiebigster Weise ausgenutzt wird. Zunächst beruht hierauf die Verwendung der sog. Brennstoffe oder Heizmaterialien zur Erzeugung von Wärme und Kraft, welche die Grundlage seiner gesammten industriellen Thätigkeit bilden. Dann macht die mit dieser hervortretenden Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff bei höherer Temperatur verbundene Fähigkeit desselben, vielen Metalloxyden den Sauerstoff zu entziehen, ihn zu einem ausgezeichneten Reduktionsmittel, welches bei der hüttenmännischen Gewinnung vieler Metalle von hervorragender Bedeutung ist.

Von der größten industriellen Wichtigkeit ist ferner die Beobachtung Lowitz' geworden, daß die Kohle die Eigenschaft besitzt, thierische und vegetabilische Flüssigkeiten zu entfärben. Seit Figuier im Jahre 1811 gezeigt hat, daß diese Eigenschaft in besonderem Maße der thierischen Kohle zukommt, benutzt man diese Entdeckung in der Zuckerraffinerie, der Paraffin- und Ozokeritfabrikation und in vielen anderen Industriezweigen, in denen es sich um die Entfärbung gefärbter Stoffe handelt und wir werden derselben an geeignetem Platz eingehender zu gedenken haben.

Eine weitere, sehr bemerkenswerthe Eigenschaft der Kohle ist ferner ihr großes Anziehungsvermögen für Gase aller Art, welches in der Wärme zwar gering ist, aber in dem Maße der Temperaturerniedrigung an Intensität zunimmt. Man bedient sich dieser Eigenschaft, die vornehmlich frisch geglühter Holzkohle zukommt, häufig im häuslichen und gewerblichen Leben, wenn es gilt, gewisse schädliche Gase, z. B. Kohlensäure, aus Gährkellern und derartigen Räumen zu entfernen, üble Gerüche aus Fleisch, faulenden Flüssigkeiten hinwegzunehmen u. dergl. mehr.

Auch in der Industrie der comprimirten Gase scheint dieser bemerkenswerthen Eigenschaft der Kohle noch eine bedeutsame Rolle bevorzustehen. Wenn

[1]) Mixter, Amer. Journ. Science Sillim. 1905, p. 434; Chem. Centralbl. 2, 98, 1905.

man Holzkohle zur Rothgluth erhitzt und behufs Entfernung der von ihr festgehaltenen Gase evacuirt, so ist sie nach dem Abkühlen auf gewöhnliche Temperatur im Stande, die letzten Spuren von Gas zu absorbiren, welche in einem, mit den bekannten Hülfsmitteln evacuirten Raum noch zurückgeblieben sind.

Sir J. Dewar[1]) hat gefunden, daß diese Wirkungsweise der Kohle noch bedeutend gesteigert werden kann, wenn man sie auf ungefähr die gleiche Temperatur abkühlt, bei welcher das zu absorbirende Gas oder der Dampf seinen Siedepunkt hat. So vermag eine aus Kokosnußschalen hergestellte Kohle bei 0° C. und 760 mm Druck 4 ccm Wasserstoff oder 18 ccm Sauerstoff zu absorbiren, während dieselbe Kohle, auf — 180° C. abgekühlt, im Stande ist, 135 ccm Wasserstoff oder 230 ccm Sauerstoff, beide Volumina bezogen auf 0° C. und 760 mm Druck, zu absorbiren. Auf Grund dieser Eigenschaft kann man also Gemische von Gasen oder Dämpfen von einander trennen, indem man die Absorption der Gasmischung durch die Holzkohle bei einer Temperatur erfolgen läßt, die ungefähr dem Siedepunkt des niedrigst siedenden Gases entspricht, worauf man die Temperatur der Holzkohle langsam steigen läßt und die dabei frei werdenden Gase getrennt auffängt.

Wohl und Losanetsch[2]), sowie Ernst Erdmann[3]) benutzen mit Vortheil frisch ausgeglühte Kohle von Kokosnußschalen zur Erzeugung eines hohen Vacuums bei Destillationen im luftleeren Raum. Nach Hunter[4]) absorbirt diese Kohle auf je 1 Vol. 113,7 Vol. Cyan.

Es bleibt uns endlich noch die färbende Kraft der Kohle in dieser oder jener Form zu erwähnen, eine sehr wichtige Eigenschaft des Kohlenstoffs, mit der wir uns in dem vorliegenden Buche vornehmlich zu beschäftigen haben werden. Diese Eigenschaft war nicht allein vom nachhaltigsten Einfluß auf die Entwickelung von Kunst und Gewerbe, sie hat auch eine großartige civilisatorische Arbeit geleistet, indem sie es ermöglichte, mit Hülfe der Buchdruckerschwärze das geschriebene Wort zu vervielfältigen und es auf diese Weise Millionen von Menschen zugänglich zu machen.

Das färbende Princip aller im Gebrauche befindlichen schwarzen Erd- und Mineralfarben ist der amorphe Kohlenstoff, der diese Farbmaterialien in Folge seiner erwähnten werthvollen Eigenschaften und seiner von keinem anderen erreichten Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse zu den geschätztesten und wichtigsten Substanzen der ganzen Farbenindustrie macht.

Das Vorkommen des amorphen Kohlenstoffs in der Natur, oder richtiger gesagt, solcher Erden und Mineralien, welche denselben in einer für alle tinctorialen Zwecke geeigneten Form enthalten, ist keineswegs ein sehr häufiges. Man findet zwar an manchen Orten in Bayern, Thüringen, am Rhein, in der Schweiz, Italien, Frankreich und Spanien einen durch Kohle gefärbten Thonschiefer von blauschwarzer bis schwarzer Farbe, der gemahlen und geschlämmt ein gutes Farbmaterial liefert, allein diese Lager sind so wenig mächtig, und die Zubereitung der Farbe in Folge örtlicher Verhältnisse so kostspielig, daß man gezwungen war, neue Quellen zur Deckung des Bedarfes zu erschließen, welche sich im Laufe der Zeit derart mächtig entwickelt haben, daß die natürlichen Schwarzfarben mit dem

[1]) D. R.-P. Nr. 169514, 26. April 1905. — [2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1905, S. 4149. — [3]) Ibid. 1906, S. 192. — [4]) Jahresber. der Chemie 1871, S. 56.

künstlich erzeugten Product nicht mehr zu concurriren vermögen. Zudem werden von manchen Industrien an das zu verwendende Product so hohe Anforderungen in Bezug auf feine Vertheilung und Deckkraft gestellt, daß das natürliche Schwarz, welches doch immerhin durch einen Mahl- und Schlemmproceß mechanisch zertheilt werden muß, diesen Anforderungen in keiner Weise entspricht.

Die Verwendung des künstlich erzeugten amorphen Kohlenstoffs als schwarze Farbe reicht bis ins graue Alterthum zurück, wenn auch seine fabrikatorische Erzeugung einer späteren Periode angehört. Stets hat man ihn aus gewissen organischen Stoffen, meist vegetabilischen oder animalischen Ursprungs, gewonnen, indem man diese einer Zersetzung durch höhere Temperatur unterwarf, welche den Kohlenstoff in mehr oder weniger reinem und für den bestimmten Zweck geeignetem Zustande lieferte. Man hat schon früh die Beobachtung des Rußens der Flammen unter gewissen Bedingungen gemacht und auch die Entstehung der Kohle aus pflanzlichen und thierischen Stoffen kennen gelernt.

Diese beiden Beobachtungen gaben die Richtung an, innerhalb welcher sich im Laufe der Zeit die Industrie entwickeln sollte, von der vorliegendes Buch handelt, die Industrie des Rußes und der Schwärze. Beide, der Ruß sowohl als auch die Schwärze, sind die Producte der Einwirkung höherer Temperatur auf geeignete organische Körper. Während indessen der Ruß sich dadurch bildet, daß hierbei die äußere Luft nur so weit Zutritt hat, daß hauptsächlich der Wasserstoff der *vergasten* Materialien verbrennt, der größte Theil des Kohlenstoffs dagegen sich in Flocken *aus der Flamme* ausscheidet, wird bei der Bildung der Schwärze der Luftzutritt entweder noch weiter beschränkt (Meilerverkohlung) oder ganz aufgehoben (Retortenverkohlung), so daß nur ein *Glühen* der Materialien ohne Flammenbildung, und zwar durch äußere Wärmezufuhr, stattfindet.

Wir können demnach den Ruß definiren als das Product einer *unvollständigen Verbrennung*, die Schwärze hingegen als ein solches der *trockenen Destillation* resp. *Verkohlung*. Aus diesem Unterschiede in den Entstehungsbedingungen resultirt zu gleicher Zeit eine bemerkenswerthe Verschiedenheit in der *Reinheit* des dabei *abgeschiedenen*, amorphen Kohlenstoffs. Insofern als bei der Bildung des Rußes das Ausgangsmaterial erst vergast und der Kohlenstoff aus dem gasförmigen Zustande durch den Proceß einer unvollständigen Verbrennung in fester Form wieder abgeschieden wird, kann man diesen Vorgang mit Recht als eine Art Sublimation bezeichnen, bei der, wie bekannt, nur ein reineres Product erzeugt werden kann. Bei der trockenen Destillation oder Verkohlung hingegen gewinnt man nicht einen aus zuvor verflüchtigter Substanz abgeschiedenen Kohlenstoff; im Gegentheil handelt es sich hier um das Rückstandsproduct jenes Verflüchtigungsprocesses, welches mithin auch die gesammten, nichtflüchtigen Bestandtheile des Ausgangsmaterials (Aschenbestandtheile) enthält und aus diesem Grunde in Bezug auf die Reinheit des dabei resultirenden, amorphen Kohlenstoffs weit hinter dem Ruß zurückstehen muß.

Im Zusammenhang damit sind auch die physikalischen Eigenschaften der beiden Endproducte, Ruß und Schwärze, sehr wesentlich verschieden, wie in der Folge noch eingehender dargelegt werden soll.

II.

Der Ruß.

1. Theorie der Rußbildung.

Der Ruß ist das Product der unvollständigen Verbrennung organischer Körper. Verbindet sich ein Körper unter Wärme- und Lichtentwickelung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft oder mit reinem Sauerstoffgas, so nennt man diesen Vorgang *Verbrennung*, und es können zweierlei Erscheinungen dabei auftreten.

Ist der Körper von Natur aus nicht flüchtig, und liefert er durch die bei der Verbrennung erzeugte Hitze keine brennbaren, gasförmigen Producte, so wird er nur *glühen*. So verbrennt z. B. Holzkohle unter Glühen, weil sie sich bei der in Frage kommenden Temperatur nicht verflüchtigt und ihr gasförmiges Verbrennungsproduct, die Kohlensäure, nicht brennbar ist.

Ist dagegen der Körper ein brennbares Gas, oder verwandelt er sich in Folge der bei der Verbrennung erzeugten Wärme in ein solches, so entsteht eine *Flamme*. So verbrennt z. B. das Leuchtgas mit Flamme, weil es an und für sich ein Gas ist; der Schwefel mit Flamme, weil er bei der Verbrennung gasförmig wird; Fett, Oel, Steinkohle mit Flamme, weil sich aus ihnen durch den Einfluß der Verbrennungswärme brennbare gasförmige Zersetzungsproducte bilden, namentlich leichter und schwerer Kohlenwasserstoff.

Eine Flamme ist daher ein *verbrennender gasförmiger Körper*, und sie kann in zweierlei Art in die Erscheinung treten, entweder als *nichtleuchtende* oder als *leuchtende* Flamme. Es war *Davy*, welcher zuerst die Theorie aufstellte, das Leuchten einer Flamme rühre von in derselben schwebenden festen Partikelchen her, die durch die Hitze der Flamme zur Weißgluth gebracht sind. Die Ursache des Leuchtens einer gewöhnlichen Kerzen- oder Gasflamme sei fein vertheilter Kohlenstoff, der sich als *Ruß* aus jeder leuchtenden Flamme abscheiden lasse, wenn man den Zutritt der Luft beschränkt oder die Flamme abkühlt. Deshalb rußt z. B. eine Petroleumlampe, wenn man deren Docht so hoch schraubt, daß die zugeführte Luft zur vollständigen Verbrennung des Oels nicht hinreicht, und beschlägt sich ein Porcellanteller mit Ruß, wenn man ihn über eine Kerzenflamme hält, so daß die in der Flamme enthaltenen Rußpartikelchen sich an der kalten Fläche abscheiden können.

Lange Zeit erfreute sich die Theorie von Davy allgemeiner Gültigkeit, weil sie allen Erfahrungen durchaus entsprach. Eine Reihe von interessanten Beobachtungen veranlaßten dann aber Frankland[1]), die Hypothese aufzustellen, es sei nicht fester Kohlenstoff, welcher die Flamme leuchtend mache, sondern es seien vornehmlich dichte glühende Dämpfe von Kohlenwasserstoffverbindungen, welchen die Ursache des Leuchtens zuzuschreiben sei. Zum Beweise für die Richtigkeit seiner Hypothese führt er an, daß manche Flammen hellleuchtend sind, ohne daß an das Vorhandensein fester, glühender Körper gedacht werden kann. Zu den bereits bekannten Verbrennungs-Erscheinungen des Arsens, Phosphors, Schwefels, Schwefelkohlenstoffs im Sauerstoffgas, die von bedeutender Lichtentwickelung begleitet sind, fügte er noch die interessante Beobachtung, daß Wasserstoff und Kohlenoxyd im Sauerstoffgase bei einem Druck von 10 bis 20 Atmosphären mit hellleuchtenden, ein continuirliches Spectrum gebenden Flammen verbrennen, und auch die schwachleuchtende Weingeistflamme bei einem Druck von 18 bis 20 Atmosphären so hell wie eine Kerze strahlt. Aus diesem Grunde erklärt Frankland den Ruß für eine Anhäufung der dichtesten Kohlenwasserstoffe, deren Dämpfe sich an einem in die Flamme gebrachten kalten Gegenstande condensiren, und findet eine Bestätigung seiner Ansicht darin, daß der Ruß niemals ganz reiner Kohlenstoff ist, sondern stets mehr oder weniger Wasserstoff gebunden enthält, den er erst beim Glühen im Chlorstrome abgiebt.

Diese Ansicht ist indessen, wie W. Stein[2]) treffend bemerkt, schon darum unhaltbar, weil dann der Ruß sich auch durch Erhitzen wieder in Dampf verwandeln lassen müsse, als welcher er in der Flamme vorhanden war, eine Voraussetzung, welcher das Experiment bekanntlich nicht entspricht. Ob der Kohlenstoff rein, oder ob er ein hochmolekularer wasserstoffhaltiger Körper ist, hat überhaupt wenig zu bedeuten; denn die Hauptfrage, um welche es sich handelt, ist die, ob der „Ruß“ als Dampf oder ob er in festem Zustande in der Flamme vorhanden ist. Bekanntlich ist die Temperatur der Flamme an verschiedenen Stellen verschieden, und man weiß aus Versuchen von Magnus[3]), daß sich aus den schweren Kohlenwasserstoffen bei weniger hohen Temperaturen neben dem Kohlenstoff noch ein wasserstoffhaltiges theerartiges Product abscheidet.

Es ist daher auch kaum anzunehmen, daß sich chemisch reiner Kohlenstoff aus einer Flamme ablagern läßt, namentlich wenn man berücksichtigt, wie groß das Absorptionsvermögen der Kohle für Gase und Dämpfe ist. Im Gegentheil muß man annehmen, daß der einmal abgeschiedene Ruß sofort nach seiner Anlagerung an den abkühlenden Gegenstand nicht allein Verbrennungsgase und Wasserdampf, sondern auch etwa unverbrannt austretende Kohlenwasserstoffdämpfe auf seiner Oberfläche fixiren wird. Wie gering indessen diese Verunreinigungen sind, ergiebt sich aus den Analysen, die von verschiedenen Rußarten ausgeführt worden sind. So fand W. Stein in dem aus einer Gasflamme abgesetzten Ruß

[1]) Ann. Chem. Pharm. 82, 1 u. f. — [2]) Journ. f. pr. Chemie, N. F., 8, 402. — [3]) Poggend. Ann. 90, S. 9.

99,1 Proc. Kohlenstoff und nur 0,9 Proc. Wasserstoff. Desgleichen fand Kubel in einem Lampenruß aus Terpentinöl nach dem Extrahiren mit Aether und Ausglühen 99 Proc. Kohlenstoff neben 0,6 Proc. Wasserstoff. J. R. Santos[1]) analysirte einen Ruß aus Gasen, die im pennsylvanischen Erdölgebiet aus der Erde strömen, und fand darin 95,057 Proc. Kohlenstoff und 0,665 Proc. Wasserstoff neben 0,056 Proc. aus den Brennern herrührender, kupferhaltiger Asche und 0,024 Proz. eines naphtalinähnlichen Kohlenwasserstoffs. Mit der Sprengel'schen Luftpumpe konnten demselben Gase in folgenden Mengen entzogen werden:

Kohlenoxyd	1,378	Gew.-Proc.
Kohlensäure	1,386	„
Stickstoff	0,776	„
Wasserdampf	0,682	„

Directe Beweise für die Anwesenheit von festem Kohlenstaub (Ruß) in den leuchtenden Flammen hat erst K. Heumann erbracht und dieselben in einer Reihe interessanter Abhandlungen[2]) niedergelegt. Diese schönen Arbeiten haben nicht nur der Theorie von Davy wieder zu ihrem Rechte verholfen, sie bieten uns auch eine Fülle für die Rußfabrikation beachtenswerther Resultate, welche fast das einzige wissenschaftliche Material enthalten, das über die Bildung des Rußes existirt.

Hält man nach Heumann ein Porcellanstäbchen in eine Gas- oder Kerzenflamme, so beschlägt es sich nur an seiner unteren Fläche mit Ruß, erst nach längerer Zeit, nachdem sich unten bereits eine dicke Rußschicht abgesetzt hat, bildet sich auch auf der oberen Fläche des Stäbchens ein schwacher Hauch. Wäre nun der Ruß als ein leuchtender Dampf in der Flamme enthalten, so müßte man annehmen, daß die Ablagerung an einem kalten Gegenstande eine Condensation jenes Dampfes sei, wie Frankland sagt; wenn nun der Gegenstand ringsum von der leuchtenden Flamme umgeben ist, so müßte auch ringsum Condensation resp. Berußung stattfinden. Der Versuch zeigt aber, daß sich nur die untere Fläche berußt, also kann der Ruß nicht als Dampf, er muß als fester Körper in dem Flammenmantel vorhanden sein; die Berußung ist demnach ein ganz mechanischer Vorgang, analog dem Ansetzen des Staubes an die Wände des Zimmers.

Als ein weiteres Argument gegen die Anwesenheit fester Kohletheilchen in den leuchtenden Flammen führt Frankland deren Durchsichtigkeit an, indem er die Frage aufwirft: „Wie könnte eine Leuchtflamme so durchsichtig sein, als sie ist, wenn sie mit festen Kohlenpartikeln angefüllt wäre?“ Es gelang Heumann, auch diesen Einwurf zu entkräften. Zunächst steht es fest, daß der Mantel einer Gasflamme in seinem nichtleuchtenden Theile viel durchsichtiger ist als in seinem leuchtenden; außerdem liefert eine Kerzenflamme, vor einem von der Sonne beleuchteten Papierschirm aufgestellt, einen außerordentlich scharfen Schatten, welcher genau so weit reicht als der Leuchtmantel der Flamme. Der Schatten

[1]) Chem. News 1878, 38, 94. — [2]) Ann. Chem. 181, 129; 182, 1; 183, 102; 184, 206.

einer Terpentinölflamme, die aus einem Leuchtmantel in eine schwarze Rauchsäule übergeht, wird Jedermann überzeugen, daß der oben als Ruß austretende feste Kohlenstoff bereits unten im leuchtenden Flammenmantel in gleicher Gestalt vorhanden war; er erscheint als der Schatten einer direct über dem Dochte beginnenden Rußsäule und läßt nicht erkennen, wie weit die leuchtende Flamme und wie weit die Rußsäule reicht. Dagegen liefern die aus glühenden Gasen und Dämpfen bestehenden Flammen, wie die von Phosphor, Arsen ꝛc., keinen Schatten.

Alle irgend denkbaren Zweifel an der Gegenwart des festen Kohlenstoffs in der leuchtenden Flamme hat Heumann dadurch gehoben, daß es ihm gelang, den Kohlenstaub in der Flamme für das Auge sichtbar zu machen. Bei Beantwortung der Frage, woher es wohl kommen mag, daß sich der so äußerst fein zertheilte Ruß an festen Gegenständen zu zusammenhängenden Lappen vereinigt und auch beim Aufsteigen in der Luft relativ große Flocken bildet, war es naheliegend, anzunehmen, daß durch den festen Gegenstand oder die ruhende Luft die ersten Kohlenstäubchen in ihrer Bewegung gehemmt oder abgelenkt werden, während die nachfolgenden dann mit größerer oder geringerer Heftigkeit gegen die ruhenden oder in anderer Richtung bewegten stoßen und sich mit diesen in Folge des Druckes zu größeren Massen vereinigen.

Diese Stoßwirkung hat Heumann auf zweierlei Art durch das Experiment erreicht. Da eine ruhende oder entgegenwirkende Luftschicht genügend Widerstand für dieselbe bietet, durch Entgegenblasen von Luft die Flamme aber zu stark abgekühlt oder der Kohlenstoff rasch verbrannt worden wäre, so hat er zwei Gasflammen gegen einander stoßen lassen; hierdurch mußten nothwendigerweise größere Kohlenaggregate entstehen, welche schon darum, und weil sie in viel geringerer Zahl vorhanden und daher langsamer bewegt sind, wie vorher die kleinen Stäubchen, für das Auge viel leichter wahrnehmbar sein müssen. Der Versuch bot eine überraschende Erscheinung: der untere Theil des entstehenden Flammenhalbmondes, an sich nur wenig leuchtend, war übersät mit Tausenden von Funken, die in Folge des excentrischen Stoßes sich in wirbelnder Bewegung befanden. Auf einem Porcellanteller aufgefangen, erscheinen sie nicht als feiner, sondern als grobkörniger Ruß. Dieselbe Erscheinung konnte Heumann hervorrufen, als er gegen die Wölbung einer glühenden Platinschale eine spitze Leuchtgasflamme treten ließ.

Durch diese Versuche ist es also gelungen, die Ausscheidung festen Rußes innerhalb der Leuchtgasflamme dem Auge sichtbar zu machen. Die Erscheinung beweist aufs Ueberzeugendste, daß die normal leuchtenden Flammen nur dadurch von jenem Funkenheer verschieden sind, daß bei ihnen die Kohletheilchen kleiner und zahlreicher sind; denn der Versuch zeigt in den einzelnen Theilen der Flamme sämmtliche Uebergangsstadien vom Funkenheer zum continuirlichen Leuchtmantel in der allerdeutlichsten Weise.

Hiermit wäre die Natur und die Entstehung des lichtgebenden Körpers in leuchtenden Kohlenwasserstoffflammen, und somit auch des Rußes, vom mehr physikalischen Standpunkte aus in unzweideutigster Weise dargelegt. Man kann auch auf rein chemischem Wege zum gleichen Resultate gelangen.

Wird in eine nichtleuchtende Kohlenwasserstoffflamme Chlorgas oder Brom-dampf eingeleitet oder der die Flamme umgebenden Luft beigemengt, so leuchtet dieselbe sofort unter starker Rußabscheidung. Selbst Kohlenwasserstoffe mit geringem Kohlenwasserstoffgehalt, wie Grubengas, zeigen diese Erscheinung in auffallender Weise. Bekanntlich zersetzen Chlor und Brom diese Kohlenwasserstoffe bei Glühhitze unter Abscheidung von Kohle und Bildung von Salzsäure oder Bromwasserstoff. Die Flammen rußen sogar viel stärker als jene, bei denen die Abscheidung des Kohlenstoffs durch Oxydation vermittelst Luft herbeigeführt wird, weil Chlor und Brom nicht im Stande sind, den Kohlenstoff in eine flüchtige Verbindung überzuführen. Die Bildung der Salzsäure oder des Bromwasserstoffs läßt sich in diesen Fällen leicht daran erkennen, daß die der grün gesäumten Flamme entsteigenden Dämpfe auf blaues Lackmuspapier lebhaft sauer reagiren.

Nachdem wir nunmehr über die Bildungsweise des Rußes im Klaren sind, müssen wir die näheren Umstände betrachten, welche die Bildung des Rußes zu vermehren oder zu verringern, ja selbst ganz aufzuheben im Stande sind.

Jede Flamme bedarf, um die größtmöglichste Lichtintensität zu entwickeln, ein bestimmtes Quantum Luft. Ist der Luftzutritt zu gering, um allen ausgeschiedenen Kohlenstoff zu verbrennen, so brennt die Flamme trübe und setzt Ruß ab. Treibt man dagegen so viel atmosphärische Luft in den inneren Raum der Flamme, daß vollständige Verbrennung ohne Abscheidung von Kohle stattfindet, so hört sie auf, leuchtend zu sein, ihr Umfang verringert sich, ihre Hitze dagegen wird bedeutend gesteigert, wie man dies an den in den Laboratorien gebräuchlichen Bunsen'schen Gasbrennern wahrnehmen kann.

Eine auf den ersten Blick diesen Thatsachen ganz entgegenstehende Beobachtung hat Knapp[1]) gemacht. Derselbe fand nämlich, daß nicht bloß Luft, sondern auch Stickstoff, Kohlensäure und andere indifferente Gase, wenn sie dem Leuchtgas beigemischt werden, dessen Flamme nicht leuchtend machen. Es war also unter diesen Umständen nicht mehr möglich, die Aufhebung der Leuchtkraft ausschließlich einer sofortigen Oxydation ohne Abscheidung von Kohlenstoff zuzuschreiben, da ja auch völlig sauerstofffreie Gase denselben Effect hervorbrachten.

Andererseits machte nun aber Wibel[2]) die Entdeckung, daß ein aus Leuchtgas und Luft, Stickstoff oder Kohlensäure zusammengesetztes und mit blauer Flamme brennendes Gemisch wieder eine helle, rußende Flamme liefert, wenn die Brennerröhre, aus welcher die Ausströmung erfolgt, zum Glühen erhitzt wird.

Einen weiteren Fall, die Abscheidung von Kohlenstoff zu verhindern, zeigt uns ein Versuch, der sich leicht anstellen läßt. Wird eine leuchtende Flamme durch irgend einen passenden Gegenstand, z. B. eine Porcellanschale, wenig niedergedrückt, so verliert die Flamme an Leuchtkraft und das Porcellan überzieht sich mit einer dicken Rußschicht. Senkt man jedoch gleich von Anfang an den wärmeentziehenden Gegenstand tief in die Flamme bis zu deren untersten Hälfte, so verschwindet die Leuchtkraft vollständig, und das Porcellan wird nicht im Geringsten berußt. Stellt man diese Versuche mit einer Platinschale an und erhitzt hierauf die Platinschale von der Innenseite durch einen kräftigen Bunsen'schen Brenner

[1]) Journal f. prakt. Chemie, N. F., 1, 425. — [2]) Ber. d. d. chem. Ges. VIII 226.

zum Glühen, so wird die entleuchtete, ohne Rußabscheidung brennende, blaue Flamme mit steigender Temperatur der Platinfläche immer leuchtender und erhält schließlich ihre frühere Leuchtkraft wieder.

Hierdurch ist bewiesen, daß allein die Wärmeentziehung durch den hineingehaltenen kalten Gegenstand die Entleuchtung verursacht, die sofort verschwindet, wenn dieser Gegenstand zum Glühen erhitzt wird. Die Ausbreitung der Flamme, sowie die durch sie bedingten Einflüsse sind also im vorliegenden Falle unwesentlich. Heumann hat diesen Beweis auch noch auf andere Weise erbracht. Leitet man Chlor oder Brombampf zu der durch eine Porcellanschale entleuchteten Flamme, so erlangt sie sofort ihre Leuchtkraft wieder und überzieht die Porcellanfläche mit Ruß. Da das Chlor oder Brom die Temperatur der Flamme nicht erhöht, so ist dieser Versuch doch ein unwiderleglicher Beweis dafür, daß die durch Abkühlung entleuchtete Flamme nur darum kein Licht ausstrahlt, weil ihre Temperatur nicht ausreicht, Kohlenstoff abzuscheiden; sie genügt aber, um den auf andere Weise zur Ausscheidung gebrachten Kohlenstoff zum Glühen zu bringen.

In einer ähnlichen Lage befinden sich die durch Beimischung indifferenter Gase an der Kohlenstoffabscheidung verhinderten Gase. Wibel hat gezeigt, daß das verdünnte Material nur einer höheren Flammentemperatur bedarf, um unter Rußabscheidung zu brennen. Den gleichen Erfolg erzielt man auch, wenn man der blauen Flamme des Gemisches von Leuchtgas mit Luft, Stickstoff oder Kohlensäure Chlor oder Brom zuführt; dadurch erhalten diese Flammen eine bedeutende Leuchtkraft und berußen eine hineingehaltene Porcellanplatte.

Diese erschöpfenden Versuche, von denen wir hier nur einen Theil wiedergegeben haben, zwingen unabweislich zur Annahme folgender, von Heumann gegebenen Theorie:

„Die kohlenstoffhaltigen Leuchtmaterialien können in zweierlei Art verbrennen, leuchtend, d. h. unter Kohleabscheidung in der Flamme, und nicht leuchtend, d. i. ohne diesen Zwischenproceß. Zu der erstgenannten Verbrennungsart ist eine gewisse, von der Natur des Brennstoffes abhängige, hohe Temperatur der Flamme nöthig, während die durch irgend welche Mittel an der Erreichung jener Grenztemperatur gehinderte Flamme nicht im Stande ist, jene Ausscheidung von Kohlenstoff zu bewirken. Brennmaterialien, welche durch indifferente Gase verdünnt sind, erfordern eine höhere Temperatur, um jene Zersetzung zu erleiden, als dies sonst der Fall sein würde."

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß namentlich in Bezug auf den zuletzt erwähnten Punkt die Chemie eine Reihe analoger Beispiele bietet, indem z. B. verdünnte Lösungen erst häufig beim Erhitzen Zersetzung erleiden, Niederschläge erzeugen ꝛc., während dies bei concentrirteren schon bei viel niedrigerer Temperatur der Fall ist.

Was nun die verschiedenen Theile einer jeden leuchtenden Flamme betrifft, so besitzen dieselben sehr verschiedene Temperaturen. Der heiße, obere Theil des leuchtenden Flammenmantels wird deshalb durch einen eingeführten kalten Gegenstand nur auf eine sehr kleine Strecke bis unter die zur Kohleabscheidung nöthige Temperatur abgekühlt, in Folge dessen dieser Proceß ringsum ungestört fortdauert.

Es wird alsdann der Fall eintreten, daß bereits an einer tiefer gelegenen als der abgekühlten Stelle der Flamme Kohleausscheidung stattfindet und daß diese Kohletheilchen bei ihrem Aufsteigen wider den die Flamme berührenden Gegenstand stoßen und ihn berußen; also würde sich im oberen Theil der Flamme ein eingebrachter Gegenstand selbst dann mit Ruß überziehen (ausschließlich an der unteren Fläche), wenn in etwas weiterer Umgebung des abkühlenden Körpers in Folge allzu bedeutender Temperaturerniedrigung keine Rußabscheidung mehr stattfinden könnte.

Führt man indessen den wärmeentziehenden Gegenstand in den tiefer gelegenen, an sich weniger heißen Theil des Leuchtmantels, so sinkt die Flammentemperatur in weitem Umkreis unter jene zur Kohleabscheidung absolut nöthige Grenztemperatur herab. Es kann somit weder ein Leuchten des betreffenden Flammentheiles, noch ein Berußen des eingebrachten Gegenstandes stattfinden, da auch der oben erwähnte Umstand, daß bereits weiter unten im nicht abgekühlten Theile der Flamme Kohle ausgeschieden sein könne, bei geeigneter Stellung des eingeführten Körpers nicht in Betracht kommt.

Es folgt hieraus mit positiver Gewißheit, daß eine Abkühlung der Flamme zum Zwecke des Berußens gar nicht nöthig ist, da ja der Kohlenstoff, wie wir gesehen haben, nicht in Folge der Temperaturerniedrigung in der Flamme, sondern im Gegentheil durch eine recht hohe Temperatur ausgeschieden worden ist. Der in die Flamme eingeführte Gegenstand kann daher, wie sich Heumann treffend ausdrückt, lediglich die Rolle einer Schanze spielen, welche die abgeschossenen Kugeln auffängt, und seine wärmeentziehende Wirkung kommt der Rußabscheidung nur insofern zu statten, als dadurch ein reichliches Verbrennen des in der Flamme suspendirten, sowie bereits abgelagerten Rußes vermieden wird.

Hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit, daß auch an einer glühenden Fläche Rußabscheidung stattfinden muß. Heumann hat dies durch einen sehr einfachen Versuch constatirt, indem er gegen die Wölbung einer geeignet befestigten, zum Glühen erhitzten Platinschale eine leuchtende Stichflamme treten ließ. Schon am Verschwinden des glatten Aussehens der Schale ist die Ablagerung von glühendem Ruß zu erkennen. Schiebt man die leuchtende Flamme ein wenig zur Seite, so verbrennt der nunmehr der Luft ausgesetzte Ruß sofort unter lebhaftem Erglühen. Wartet man jedoch so lange, bis die abgelagerte Rußschicht einige Dicke erlangt hat, und entfernt dann gleichzeitig beide Flammen, die Heiz- und die Leuchtflamme, so verbrennt zwar ebenfalls ein Theil des Rußes, doch kühlt sich die Platinschale so rasch ab, daß noch eine ziemliche Menge desselben unverbrannt zurückbleibt.

Wir haben in den vorstehenden Ausführungen die Theorie der Rußbildung bis in ihre Details verfolgt; wir haben festgestellt, daß der Ruß als eine mehr oder weniger reine Form des Kohlenstoffs anzusprechen ist, welcher sich bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoff- und wasserstoffhaltiger organischer Körper in der Weise bildet, daß vornehmlich der Wasserstoff oxydirt wird, der Kohlenstoff aber unangegriffen bleibt. Sehen wir nun zu, welche praktischen Schlußfolgerungen sich für die Rußfabrikation aus dem Gesagten ziehen lassen.

Was zunächst die Wahl des zu verarbeitenden Materials anbelangt, so haben wir bereits angeführt, daß das Leuchten einer jeden Flamme hauptsächlich durch schwere Kohlenwasserstoffgase bedingt wird, welche sich durch die Verbrennungswärme daraus bilden, und zwar beruht diese Bildung darauf, daß dieselben durch die beim Verbrennen erzeugte Hitze in leichtere Kohlenwasserstoffe und freie Kohle zerfallen. Es ist daher klar, daß auch nur diejenigen Substanzen mit um so größerer Rußabscheidung verbrennen werden, welche einen Gasstrom liefern, der reich an schweren Kohlenwasserstoffen, d. h. an solchen ist, die in der Hitze reichlich Kohlenstoff abscheiden. Einen solchen Gasstrom werden aber nur Substanzen zu liefern vermögen, welche Kohlenstoff und Wasserstoff in überwiegender Menge gegen den Sauerstoff enthalten, indem bei der Zersetzung dieser Körper in höherer Temperatur einerseits nicht viel Kohlenstoff vom Sauerstoff in Anspruch genommen, andererseits aber auch nicht viel Wasserdampf gebildet werden kann, welcher die brennenden Gase verdünnt, und somit der Kohlenstoff hauptsächlich dem Wasserstoff überlassen bleibt. Dies ist der Fall bei Wallrath, Talg, Oelen, Harzen, Mineralölen, Theer u. s. w. Ein Theil dieser Substanzen wird auch in der That in großen Mengen industriell auf Ruß verarbeitet, während sich die Verwendung der anderen schon mit Rücksicht auf ihren hohen Preis von selbst verbietet.

Wir haben gesehen, daß es durchaus nicht gleichgültig ist, unter welchen Bedingungen man das zu verarbeitende Material der Verbrennung unterwirft. Um ein in quantitativer Hinsicht möglichst günstiges Resultat zu erzielen, muß man vor Allem dafür sorgen, daß die Flamme des verbrennenden Materials nicht zu stark abgekühlt wird, sondern genügend Hitze entwickelt, um eine möglichst vollständige Kohleabscheidung herbeizuführen. Andererseits ist natürlich auch allzuhohe Temperatur und zu unbeschränkter Luftzutritt von Nachtheil, weil dann ein größerer Theil des abgeschiedenen Rußes wieder verbrennt.

Die Abscheidung des Rußes aus der Flamme kann in zweierlei Weise erfolgen, entweder durch eine ruhende Luftschicht, oder durch einen hineingehaltenen Gegenstand, an welchem sich derselbe festsetzen kann. Es ist dies also ein rein mechanischer Vorgang, allein es hängt von seiner richtigen Durchführung ungemein viel ab. Denn während bei einer rauchfrei brennenden Flamme sämmtlicher ausgeschiedene Kohlenstoff theils im Inneren der Flamme, theils im äußeren Saume verbrennt, kann dies in allen jenen Fällen viel weniger der Fall sein, wo die Flamme nicht durch die Luft, sondern durch einen die Flammen berührenden, festen Gegenstand begrenzt wird. Indessen ist auch hier der Luftzutritt nicht gänzlich aufgehoben, und es wird darum immer ein Theil des bereits abgelagerten, aber noch fortglühenden Rußes verbrannt werden. Die Rußabscheidung ist demnach an einer glühenden Fläche nicht ganz so groß wie an einer wenigen heißen; an ganz kalten Körpern kann es sich jedoch ereignen, daß die Berußung unter Umständen geringer wird oder überhaupt nicht eintritt. Dies ist namentlich für die Fabrikation des sogenannten Lampenrußes ein wichtiges Moment, das aber auch, wenngleich vielleicht in geringerem Maße, bei der Fabrikation des Flammrußes von großer Tragweite ist, insofern bei der letzteren außer der Beschränkung des Luftzutrittes auch theilweise noch die Verdichtung an kühlender Fläche in Betracht kommt.

2. Allgemeines über Ruß und Rußfabrikation.

Bevor wir uns mit der speciellen Beschreibung der zur Fabrikation von Ruß gebräuchlichen Verfahren und Einrichtungen beschäftigen, wollen wir zunächst einen kurzen Blick werfen auf die allgemeinen Verhältnisse der Rußfabrikation, auf die Zubereitung des Materials und die Leitung der Verbrennung, wie sie sich aus den Schlußfolgerungen des vorhergehenden Capitels und auch aus der Praxis ergiebt.

Schon frühzeitig hat man die Eigenschaften des Rußes zu schätzen gelernt; ursprünglich nur als Anstrichfarbe und zur Herstellung von Tinte im Gebrauche, hat er mit der Entwickelung der Buchdruckerkunst sehr an Bedeutung gewonnen, und die Fortschritte in Gewerbe und Industrie in den letzten Jahrhunderten hatten eine so große Steigerung im Verbrauche von Ruß im Gefolge, daß die Rußfabrikation heute in größtem Maßstabe betrieben wird und sich zu einer achtunggebietenden Stellung emporgeschwungen hat. Sehr zu statten kam ihr dabei der großartige Aufschwung, den die chemische Industrie, besonders die der Mineralöle nnd des Steinkohlentheers, genommen hat, indem dieselben in ihren Nebenproducten werthvolles und besser geeignetes Rohmaterial zur Erzeugung von Ruß gefördert haben, als es früher zu Gebote stand.

Ehe man begonnen hatte, den Ruß fabrikmäßig darzustellen, hat man sich jenes Productes bedient, welches sich in den Schornsteinen unserer Feuerungsanlagen absetzt. Bei den meisten derselben findet eine nur unvollständige Verbrennung statt, weil die Luft das kohlenstoffhaltige Brennmaterial nicht ganz durchdringt, sondern nur mehr oder weniger an der Oberfläche wirksam ist. Dadurch wird das Innere des Materials verkohlt, es bilden sich Destillationsproducte, die sich entzünden und mit *rußender* Flamme verbrennen. Die Producte dieser unvollständigen Verbrennung entweichen in Gestalt eines mehr oder minder dunkeln Rauches und setzen sich beim Abkühlen zum Theil im Schlot fest. Zum größten Theil werden sie in die Luft geführt, verunreinigen dieselbe und bilden in großen Städten häufig die Ursache von Belästigungen aller Art, Brandschäden, geschwärzten Façaden und dergl. mehr.

Der Feuerung zunächst findet sich eine glänzend schwarze Masse, bestehend aus wenig Ruß und viel eingetrocknetem Theer, der sogenannte *Glanzruß*; er zeigt in Folge seines Gehaltes an Kreosot antiseptische Eigenschaften, wurde früher gesammelt und fein gepulvert und geschlämmt als braune Malerfarbe (Bister) sehr geschätzt. In den kälteren Theilen des Schornsteins finden sich die leichteren Antheile des Rauches, in Folge eines geringeren Gehaltes an Destillationsproducten in mehr lockerer Form als sogenannter *Flatterruß*; er ist identisch mit jenem, welchen man künstlich erzeugt, aber in Folge seines Gehaltes an Flugasche weit weniger rein. Diese Eigenschaft, im Verein mit dem Umstande, daß die Rauchabzüge der Feuerungsanlagen, in denen er sich absetzt, meistens so beschaffen sind, daß beim Ablösen des Rußes Theile des Mauerwerks und andere mechanische Verunreinigungen mitfolgen, ist unter Anderem die Ursache, daß bisher von diesem Producte, das sich in ungeheuren Mengen gewinnen ließe, wenig oder kein Gebrauch gemacht wird. Nur da und dort wird dieser Ruß zum Verkaufe gesammelt,

so nach Gentele[1]) in den Alaunsiedereien Schwedens, nach W. R. Hutton[2]) in London und Glasgow.

Dieser schwedische Ruß findet Verwendung als Farbe, während der englische zum Preise von 30 bis 40 Sh. per Tonne hauptsächlich nach Westindien verkauft und dort mit Vorliebe als Düngemittel für die Zuckerplantagen benutzt wird; daß derselbe in der That einen gewissen Düngewerth besitzt, geht aus folgenden Analysen von Hutton hervor:

	London	Glasgow
Kohle	53,18	35,7
Theer und Oel	18,00	15,0
Ammoniak	1,75	2,8
Kali	0,20	0,3
Natron	0,34	0,3
Kalk	1,00	0,8
Magnesia	0,30	Spur
Phosphor, Kalk und Thonerde	2,08	3,2
Eisen	0,40	0,7
Schwefelsäure	4,60	7,9
Chlor	Spur	0,4
Schwefelcyan	0,25	—
Kohlensäure	0,70	Spur
Sand	14,40	25,7
Wasser	2,80	7,2
	100,00	100,00

Man hat festgestellt, daß 1 Metercentner (100 kg) Steinkohle, in unseren gewöhnlichen Feuerungen verbrannt, durchschnittlich 2 Liter = 120 g Ruß liefert[3]). Nach Roberts beläuft sich der Ruß, der an einem einzigen Wintertage in der über London lagernden Dunstwolke enthalten ist, auf 50 t = 50 000 kg, eine Zahl, die von W. Siemens bestätigt wird, also jedenfalls zuverlässig ist, obgleich sie unglaublich klingt.

Wenn gleichwohl an eine industrielle Verwerthung dieser gewaltigen nutzlosen und im höchsten Grade belästigenden Mengen von Ruß, welche täglich in die Luft gejagt werden, nicht gedacht werden kann, so findet dies seine natürliche Erklärung in den Schwierigkeiten, welche der Gewinnung desselben aus zahllosen Feuerstätten, sowie deren besonderer Situation im Wege stehen.

Als man anfing, den Ruß fabrikmäßig darzustellen, scheint man sich auf die Anwendung von harzhaltigem Holz (Kienholz), Harz und Rückständen von der Harz- und Pechsiederei als Rohmaterial beschränkt zu haben. Darauf deutet auch der Sammelname „Kienruß“ hin, welcher auch heute noch gebräuchlich ist, und

[1]) loco cit. — [2]) Chem. News 1869, Dec., p. 307. — [3]) Freundliche Privatmittheilung der Firma H. Schomburg u. Söhne, Berlin.

fast durchweg für ein Product, das aus ganz anderem Material herstammt. Im badischen Schwarzwalde werden noch heute die beim Ausschmelzen des Fichtenharzes erhältlichen Rückstände auf Ruß verarbeitet, werden aber dort mehr und mehr durch andere Materialien verdrängt.

Nach O. Fabricius[1]) wird der ordinäre Kienruß bis auf den heutigen Tag in manchen Gegenden sogar noch lohnend aus den sehr harzreichen Wurzelstöcken der Fichte und Föhre (Schwarzföhre), welche besonders in Galizien, Rußland, Ostpreußen, Siebenbürgen und Niederösterreich in großen Waldungen vorkommen, in besonders construirten Oefen (s. S. 135) gewonnen. Nach Abtrieb der Waldungen werden die Wurzelstöcke mittelst eigener Maschinen aus dem Boden gehoben und die kleineren Wurzeln durch Abhauen entfernt. In diese Wurzelstöcke setzt man kleine Dynamitpatronen ein und sprengt dieselben auseinander, worauf die größeren Stücke mittelst Sägen zerkleinert und in Raummetern oder Klaftern aufgestellt werden, damit das Holz austrocknet, was für den Betrieb sehr wichtig ist. Diese Arbeit wird in Galizien, Mähren und Rußland im Akkordwege ausgeführt und der Raummeter in Galizien und Mähren mit 1,10 Mk. durchschnittlich bezahlt. Für das abfallende Splintholz wird nichts bezahlt. Die Arbeiter besorgen diese Arbeit hauptsächlich im Winter, wo weniger Verdienst ist. Der tägliche Arbeitslohn beträgt für Männer nicht mehr als 85 Pfg. oder eine Krone. Die Unternehmer pachten ganze Complexe dieser abgetriebenen Wälder zu sehr billigen Preisen und verwenden das gewonnene Kienholz theils zur Rußerzeugung, theils zur Verkohlung in eigenen Meileröfen, wobei Kienöl (polnisches Terpentinöl), harziger Theer zum Schiffbau, gute Holzkohle und Holzessig gewonnen werden. Aus letzterem producirt man Methylalkohol und holzessigsaures Salz oder Rothsalz, welches in Färbereien verwendet oder auf Essigsäure verarbeitet wird.

Späterhin benutzte man passende, wasserstoffreiche Steinkohlen und verknüpfte die Fabrikation des Rußes mit der Erzeugung von Koks. Allein seit der Existenz der Gasbeleuchtung liefert der Steinkohlentheer und die Producte seiner Destillation den größten Theil des Rohmaterials für Erzeugung des Rußes für die Industrie. Neues Material lieferten endlich die mächtigen Quellen von Schieferöl und Petroleum, sowie die Producte der Steinkohlen-, Holz- und Braunkohlenschweelerei. Zur Darstellung von Lampenruß bediente man sich früher des Thrans, der fetten Oele und Fette, namentlich, wenn dieselben ranzig und für den häuslichen Gebrauch ungenießbar geworden waren. Heutzutage sind alle diese werthvollen Materialien verdrängt durch die billigen Destillate aus Erdöl, Steinkohlen- und Braunkohlentheer. Auch aus Gas wird vielfach Lampenruß gewonnen, so in Amerika aus den natürlichen Gasen des Petroleumgebietes, in Autun durch Verbrennung des Gases aus den bituminösen Schiefern jener Gegend und an vielen anderen Orten durch Benutzung des gewöhnlichen Steinkohlengases. In neuester Zeit endlich liefert auch die Carbidindustrie in den für die Acetylenbeleuchtung in Folge zu geringen Gehalts an Calciumcarbid unbrauchbaren Abfallproducten ein Rohmaterial, das für die feinsten Sorten von Lampenruß mit Vortheil Verwendung findet.

Je nach der Natur der brennbaren Stoffe bedient man sich verschiedener

[1]) Farben-Ztg. 1906, Heft 38, S. 1042.

Vorrichtungen zum Verbrennen derſelben, aber man ſtrebt immer danach, die Operation zu einer möglichſt continuirlichen zu machen. Leicht ſchmelzbare Stoffe, wie Naphtalin und dergl., behandelt man am beſten wie flüſſige; d. h. man ſchmilzt dieſelben vor der Verbrennung und läßt ſie in dieſem Zuſtande auf den Feuerherd fließen. Feſte, wie Pech, Harz und derartige, zerſchlägt man am beſten in fauſtgroße Stücke, welche man bequem mit Hülfe einer Schaufel einwerfen kann. Manche Fabrikanten löſen die feſten Materialien in den flüſſigen, wie Theer, Oelen ꝛc. auf, und erzielen dadurch eine leichtere Bedienung des Ofens und eine gleichmäßigere Verbrennung. Vielfach wird hierzu die eigene Verbrennungswärme des Materials benutzt; wo indeſſen andere Vorrichtungen, z. B. ſolche zum Entwäſſern und theilweiſen Deſtilliren des Theers, vorhanden ſind, bedient man ſich dieſer letzteren.

Eine beſondere Behandlung beanſprucht der Theer; er iſt in den meiſten Fällen mehr oder minder waſſerhaltig und muß, um eine gleichmäßige Verbrennung zu ermöglichen und die Bildung von Waſſerdampf möglichſt zu verhüten, vorher entwäſſert werden. Ein Waſſergehalt des Theers, wie überhaupt jeder auf Ruß zu verarbeitenden Subſtanz, kann, wie man vielfach erfahren hat, unter Umſtänden ſehr verhängnißvolle Folgen haben und iſt ſchon häufig die Urſache von folgenſchweren Exploſionen geworden, ſo daß alſo auch ſchon aus dieſen Gründen eine ſorgfältige Entwäſſerung des Materials vorgenommen werden muß. Das Entwäſſern[1]) geſchieht ſtets durch Erwärmen und wird häufig verbunden mit der Gewinnung der leichteren, werthvolleren Producte des Theers. Eine Erwärmung des Theers iſt an und für ſich ſchon deshalb in den meiſten Fällen kaum zu umgehen, weil derſelbe in Folge ſeiner Dickflüſſigkeit in den Rohrleitungen, die zum Ofen führen, zu langſam ſich fortbewegt und aus den engen Ausflußröhrchen zu ſchwierig ausläuft.

Je nach dem ſpecifiſchen Gewichte des Theers, welches bei Steinkohlentheer etwa 1,1 bis 1,25, bei Braunkohlentheer 0,89 bis 0,96 und bei Laubholztheer 1,0 bis 1,1 beträgt, ſammelt ſich beim Erwärmen das darin ſuspendirte Waſſer am Boden des Keſſels oder an der Oberfläche und kann in beiden Fällen durch richtig angebrachte Hähne abgezogen werden. Zweckmäßiger iſt es aber, wenn man die Entwäſſerung in einem geſchloſſenen, mit Kühler verſehenen Keſſel von entſprechenden Dimenſionen vornimmt und nur ſo lange abdeſtillirt, bis das übergehende leichte Oel frei von Waſſer iſt. Natürlicher Weiſe ſtellt man den Vorwärme- oder Entwäſſerungskeſſel zweckmäßig in unmittelbarer Nähe des Rußofens auf und verbindet ſeinen Auslaufhahn mit einer Rohrleitung, die ſich in jeden Verbrennungsraum verzweigt. Wenn man dabei abdeſtillirt, hat man dafür zu ſorgen, daß das Auffangen des Deſtillates nicht im Verbrennungsraume des Rußofens, ſondern an einem Platze erfolgt, der von etwaigen Feuerſtellen weit entfernt iſt. Durch Rohrleitungen läßt ſich dies leicht bewerkſtelligen. Zum Zwecke der Entwäſſerung des Theers durch Deſtillation wählt man gern eine liegende Blaſe, welche nicht aus beſtem Keſſelblech angefertigt zu ſein braucht, da

[1]) Vergl. Lunge-Köhler: Die Induſtrie des Steinkohlentheers und Ammoniaks. 4. Auflage. Braunſchweig 1900. Friedr. Vieweg u. Sohn.

die zu verarbeitenden Quantitäten ja nicht sehr groß sind und die Blase vermöge des Umstandes, daß sie nicht bis auf Pech abgetrieben wird, wenig leidet. Man giebt ihr die Dimension, daß ihr Inhalt für eine Woche reicht und benutzt häufig alte Dampfkessel, welche billig zu haben sind und sich sehr gut hierzu eignen.

Die Blase wird so eingemauert, daß ihr Ausflußhahn etwa 20 bis 25 cm über der Sohle der Rußfeuerung liegt, damit der Theer noch genügend Fall hat, um mit der nöthigen Geschwindigkeit die Rohrleitung passiren zu können. Als Brennmaterial zum Entwässern eignet sich am besten der bei der Rußfabrikation abfallende Koks, welcher eine sehr gleichmäßige Hitze giebt und ein vorsichtiges Feuern ermöglicht. Letzteres ist in der ersten Periode der Destillation absolut nöthig, weil durch die im Innern des Theers sich entwickelnden Wasserdämpfe leicht ein Uebersteigen des Blaseninhaltes erfolgen kann. Sobald am Ausgange des Kühlrohres sich Dämpfe oder Tröpfchen zeigen, mäßigt man das Feuer durch Oeffnen der Feuerthür oder Schließen des Schiebers, und sobald ein continuirlicher Strahl in der Dicke eines Strohhalms zu laufen beginnt, regulirt man es so, daß der übergehende Strahl nicht dicker als in der Stärke eines Bleistiftes rinnt. Man läßt in den Kühler reichlich Wasser fließen und nimmt vom Destillat häufig eine Probe, um sich zu überzeugen, ob noch Wasser übergeht oder nur reines Oel. Sobald letzteres der Fall, stellt man das Feuern ein oder man prüft von Zeit zu Zeit eine Probe des Destillats in einer kleinen Glasretorte mit Thermometer auf ihren Siedepunkt. Man unterbricht die Destillation, sobald es sich zeigt, daß das übergehende Product eine besondere Verarbeitung nicht mehr als lohnend erscheinen läßt.

Uebrigens ist es durchaus nicht gleichgültig, wie weit man die Destillation treibt. Es ist dies nicht ohne Einfluß auf die Güte des zu erzielenden Rußes. Bei Steinkohlentheer sollte man außer dem Vorlaufe nur noch etwa das erste Drittel vom Leichtöl abnehmen, weil sonst die Qualität des Rußes merklich geringer wird. Für Holz- oder Braunkohlentheer dürften diese Verhältnisse etwas andere sein, weil diese Theere an und für sich dünnflüssiger und specifisch leichter sind. Dies ist eine Sache der Erfahrung, die sich nach einigen versuchsweisen Arbeitschargen leicht entscheiden läßt. Der vom Wasser und Vorlauf getrennte Theer besitzt bei gewöhnlicher Temperatur die Consistenz eines dicken Syrups, läßt sich in lange Fäden ziehen und bewegt sich außerordentlich träge. Es verdient hier eingeschaltet zu werden, daß derselbe unter den Bezeichnungen Mineraltheer, goudron minérale, präparirter Theer, einen Handelsartikel bildet, der vielfach Anwendung findet zum Goudroniren eiserner Röhren, zur Fabrikation der Dachpappe, Briquettes ꝛc. ꝛc. Beim Erwärmen auf etwa 50° wird er dünnflüssig, so daß sich das Ausfließen aus engen Röhrchen sehr leicht reguliren läßt.

Häufig wird dem Theer alles Leichtöl noch abgenommen und dafür ein entsprechender Theil Schweröl zugesetzt und gut durch einander gearbeitet. Es ist dies ohne wesentlichen Einfluß auf die Güte des zu erwartenden Rußes. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß sich alle derartigen Manipulationen ausschließlich nach der momentanen Lage richten. Läßt sich das Leichtöl mit Vortheil anders verwerthen, so destillirt man es eben ab und verdünnt den Theer

wieder mit Schweröl; ist dies nicht der Fall, so unterbricht man die Destillation, nachdem der Vorlauf übergegangen ist.

Verarbeitet man Oele auf Ruß, so ist das Vorwärmen überflüssig, wenn dieselben liquid genug sind und keine festen Ausscheidungen, wie Paraffin, Naphtalin ꝛc., enthalten. In diesem Falle muß natürlich so weit angewärmt werden, daß diese Ausscheidungen im Oele sich gänzlich lösen. Die flüchtigeren Oele und Essenzen werden mit Hülfe von Baumwolldochten verbrannt und liefern dann ein Schwarz von außerordentlich feiner Qualität, das zu sehr hohen Preisen verkauft wird, das sogenannte Lampenschwarz. Es ist natürlich nicht möglich, derartige Oele auf der Sohle eines Feuerschachtes zu verbrennen, weil sich davon viel zu viel verflüchtigen würde, ein Umstand, der eine schlechte Ausbeute und gefährliche Explosionen im Gefolge haben könnte. Man hat auch schwerere Oele, ja sogar Theer in Lampen verbrannt, nachdem sie gehörig vorgewärmt waren. Da dieselben indessen niemals die feine Qualität Ruß erzeugen, so erfolgt ihre Verbrennung besser im Ofen, welcher viel weniger Aufmerksamkeit und Arbeit erfordert.

Bei der Wahl der Verbrennungsart fällt daher die Natur der Oele in erster Linie ins Gewicht. Schwerere Oele [1]) mit hohem Viscositätsgrad steigen sehr schwer im Dochte in die Höhe und setzen an demselben im Laufe der Verbrennung einen koksartigen Kohlering an, mit dessen Menge der Rückgang der Leuchtkraft, also auch der Rußbildung, parallel läuft. Derartige Kohlenausscheidungen am Dochte finden nach den angezogenen Untersuchungen nur statt, wenn das Oel aus zu extremen Bestandtheilen bezüglich des Siedepunktes zusammengesetzt ist, oder wenn der Luftzutritt im Brenner im Verhältniß zur Schwere des Oeles ein zu schwacher ist.

Man hat danach die auf Lampenruß zu verarbeitenden Oele in dieser Richtung erst zu prüfen, und verwendet am besten Oele von hohem Siedepunkte, die innerhalb engerer Temperaturgrenzen übergehen. Desgleichen hat man die Dochte der verschiedenen Lampen fortwährend im Auge zu behalten, um den Kohleansatz an denselben zu verhindern, und dadurch die Rußabscheidung auf ihrer größtmöglichen Höhe zu erhalten.

Die Leitung der Verbrennung, welche bei der Anwendung von Dochten und Lampen mit Registerschiebern eine sehr leichte Sache ist, wird zu einer difficilen Frage, welche das volle Verständniß und die größte Aufmerksamkeit des damit betrauten Arbeiters erfordert, wenn es sich darum handelt, dieselbe in einem Schachte mit möglichst großer Zufuhr von Rohmaterial in richtiger Weise auszuführen. Die sachgemäße Ausführung dieser Arbeit hängt zu sehr von äußeren Umständen, als örtlichen Verhältnissen, Art des Rohmaterials, Qualität des zu erzielenden Productes, ab, als daß es möglich wäre, eine für alle Fälle passende Anleitung dazu zu geben.

Es sind zunächst die im vorigen Capitel gegebenen allgemeinen theoretischen Gesichtspunkte zu berücksichtigen, dann aber spielt die Erfahrung dabei eine große Rolle. Man hat gefunden, daß die Güte des Rußes hauptsächlich vom Roh-

[1]) Vergl. hierüber C. Engler, Chem. Ind. 1885, S. 47, und Engler und Levin, Dingl. Journ. 261, 85.

material und dem Grade der Verbrennung abhängt; so erzielt man z. B. bei stärkerem Luftzutritt oder bei einer weniger rußenden Flamme weniger, aber feineren Ruß, während bei harzreichem Material und somit stark rußender Flamme, sowie bei beschränkterem Luftzutritt die Rußbildung reichlicher und gröber, aber weniger schwarz erfolgt. Damit im Einklange steht die Beobachtung, daß bei heftigem Winde beträchtlich weniger, aber von besserer Qualität erzeugt, während bei Regen zweit mehr Ruß aber von geringerem Werthe gewonnen wird. In einer zu heißen Jahreszeit geht die Fabrikation langsamer; trockenes, kaltes Wetter, hauptsächlich Frosttage, sind am geeignetsten. Man muß daher bei der Fabrikation allen diesen besonderen Umständen Rechnung tragen, und wird sehr bald die Grenzen finden, innerhalb welcher der Luftzutritt zu reguliren ist.

In jedem Falle aber beginnt man die Arbeit damit, daß man auf der Herdsohle das Brennmaterial mit Hülfe eines geeigneten Anfeuerungsmaterials (geölte Putzwolle, getheerte Hobelspähne ꝛc.) entzündet und eine Zeit lang bei vollständig geöffnetem Zuge und unbeschränktem Luftzutritt verbrennen läßt. Dies ist nothwendig, damit in den langen und geräumigen Kammern die Luft in Circulation kommt, und in dem Verbrennungsschachte das Ansetzen von Flatterruß vermieden wird. Letzteres kann unter Umständen gefährlich werden, indem der Ruß mit der Zeit glühend wird, und in diesem Zustande der Kammer zugeführt, den dort bereits angesammelten Ruß entzünden kann. Sobald das Feuer richtig brennt, und das Hervortreten einer regelmäßigen, schwarzen Rauchsäule aus dem Kamine einen guten Zug in den Kammern verkündet, schließt man die Thür des Herdes so weit als thunlich und regulirt mit Hülfe des Schiebers am Schornstein den Zug dermaßen, daß die Flamme eine trübrothe Färbung annimmt und stark qualmt, und daß der aus dem Schornstein entweichende Rauch möglichst hell gefärbt erscheint. Es ist dabei aber sehr zu beachten, daß man den Luftzutritt nicht so weit beschränkt, daß ein bedeutendes Schweelen des Materials eintritt, weil dadurch der Ruß mit Destillationsproducten dermaßen verunreinigt wird, daß er zusammenballt und man gezwungen ist, ihn unter sehr erheblichen Verlusten und mit Erzielung eines geringwerthigen Productes stark zu calciniren.

Das Auftreten derartiger Schweelgase kann aber noch in anderer Weise gefährlich werden. Schon häufig hat man in Rußöfen Explosionen wahrgenommen, welche schwere Verletzungen, ja sogar Tödtung der an denselben beschäftigten Arbeiter zur Folge hatten. Wir verdanken C. Engler[1]) eine ausführliche Experimentalunterſuchung über die Ursachen dieser Explosionen, welche er im Auftrage der großherzoglich badischen Regierung ausgeführt hat. Engler entnahm aus den Rußkammern sämmtlicher fünf Fabriken des badischen Schwarzwaldes, meistens in wenigen Metern Entfernung von der Mündung des Brennschachtes, bei normalem Betriebe Gasproben, und führte damit Gasanalysen aus, welche folgendes Resultat ergaben:

[1]) Chem. Ind. 1885, S. 171 und 385.

	Rußöfen					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kohlensäure	6,2	7,6	9,5	10,8	10,2	10,5
Kohlenoxyd	0,5	0,9	0,8	0,8	0,9	1,4
Sauerstoff	13,4	10,6	7,8	6,2	6,8	6,1
Wasserstoff	—	—	—	—	—	—
Sumpfgas	—	—	—	—	—	—

Daraus geht hervor, daß die Gase, welche neben dem Ruß bei der unvollständigen Verbrennung der verschiedenen Materialien entstehen, relativ nur sehr wenig Theile, die, wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd, als gasige Producte unvollständiger Verbrennung zu betrachten sind, enthalten. Unmöglich können deshalb, wenigstens bei normalem Ofenbetriebe, die in Frage stehenden Rußexplosionen durch die Bildung explosiver Gemische solcher Gase mit Luft veranlaßt sein. Ein Gemisch von Rußstaub mit Luft explodirt ebenfalls nicht, so daß nur noch die dritte Möglichkeit bleibt, gleichzeitige Mischung von Rußtheilchen mit brennbaren Gasen und Luft. In der That ist es Engler gelungen, mit Ruß, resp. Holzkohlenpulver, noch Explosionen zu erzeugen, mit einer Luft, welche 2,5 Volumenproc. Sumpfgas oder 3,5 Volumenproc. Leuchtgas enthält, während ohne Ruß Explosionen erst mit 5,6 Volumenproc. Sumpfgas, beziehungsweise ca. 8 Volumenproc. Leuchtgas erhalten werden. Da an Kohlenoxyd mehr als das Doppelte der letzteren Menge nothwendig ist, um mit Luft explosionsartige Wirkungen zu zeigen, so kann mit Sicherheit angenommen werden, daß auch weit mehr als 1,4 Volumenproc. (Maximum der gefundenen Kohlenoxydmenge) dazu gehören, um unter Mitwirkung von Ruß eine Explosion zu veranlassen.

Aus diesen Resultaten geht hervor, daß bei normalem Ofenbetriebe Explosionen überhaupt nicht vorkommen können, ein Schluß, der sich auch durch die Erfahrung bestätigt. Rußexplosionen kommen vor des Morgens beim Anfeuern der Oefen sowie während des Betriebes, wenn plötzlich zu viel Material auf einmal aufgegeben wird. In ersterem Falle können Explosionen dadurch entstehen, daß durch Aufgeben des Brennmaterials auf die vom vorhergehenden Abend noch heiße Ofensohle Schweelgase gebildet werden, welche, wenn sie sich im Kühlraume mit Luft mischen, explodiren, sobald bei nachträglichem Entzünden der Gase im Ofenschacht die Flamme in jenen Raum hineinschlägt. Im anderen Falle erklären sich die Explosionen ebenfalls durch Bildung solcher unverbrannten Schweelgase, denn wenn auch während des Betriebes fortwährend Flamme vorhanden ist, so kann doch beim Hineintreten von zu großen Massen Brennmaterial in den heißen Ofenschacht sehr leicht die vorn eintretende Luft nicht hinreichen, um die entwickelten Gase zu verbrennen. Mischen sich diese dann im Kühlraume mit Luft oder mit Ruß und Luft, so sind die Bedingungen zur Explosion gegeben.

Als wirksamstes Mittel zum Schutze vor Explosionsgefahr ist sonach ein sorgfältiger Betrieb zu betrachten, vor Allem sofortiges Anzünden des beim Beginne eingegebenen Materials und gleichmäßige Zugabe dieses letzteren während des Betriebes. Die Bedienung des Ofens erfordert daher einen durchaus zuverlässigen Mann und fortwährende Beaufsichtigung.

Was nun die Ausbeute an Ruß aus den verschiedenen Materialien anbelängt, so liegen nur für einige derselben zuverlässige Mittheilungen vor. Nach Duhamel[1]) liefern 1000 kg fette Steinkohlen im Durchschnitt 33 kg Ruß und 400 bis 500 kg Koks. Thenius[2]) will erhalten haben aus 400 kg schwerem Steinkohlentheeröl 20 kg feinsten Oelruß, 30 kg Nr. 2 und 20 kg Nr. 3 und 4, was annähernd den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen dürfte; entschieden übertrieben oder auf einem Mißverständniß beruhend ist dagegen seine weitere Angabe, daß man aus 500 kg Pech ca. 200 kg Ruß verschiedener Qualität erhält. Nach Engler[3]) erzielt man im Schwarzwalde aus 100 Thln. Theer 25 Thle. und aus 100 Thln. Harzrückständen 20 Thle. Ruß. Diese letzteren Zahlen sind jedenfalls durchaus zuverlässig. Eine andere uns bekannte Fabrik gewinnt aus

100	Thln.	Pech	12 bis	15,
100	„	Theer	15 „	18,
100	„	Oel	18 „	20

Theile Ruß von verschiedener Qualität und etwa 50 bis 60 Thle. Koks als werthvolles Nebenproduct. Es muß indessen hervorgehoben werden, daß letztere Fabrik bei entschieden höherer Verbrennungstemperatur arbeitet und ihr Product in Folge dessen auch feiner ausfällt als der Ruß aus dem badischen Schwarzwalde, so daß sich die geringere Ausbeute durch werthvollere Waare ausgleicht. Bei der Verbrennung von flüssigem Material in Lampen resultirt bei besserer Qualität in der Regel auch eine größere Ausbeute, sowohl beim Kammerbetriebe, als auch bei der Condensation des Rußes auf kühlender Fläche. Schweres Theeröl liefert in Kammern 25 bis 30 Proc., Petroleum und Solaröl nach dem Verfahren von Thalwitzer 20, resp. 25 Proc. Lampenruß. Aus Oelgas resultiren nach demselben Verfahren 4 bis 6 Proc. von dem zur Vergasung gelangten Oel.

Was die Productionsverhältnisse anbelangt, so fehlen darüber leider zuverlässige Angaben. Für die Ein- und Ausfuhr von Ruß giebt die Waarenstatistik für das deutsche Zollgebiet folgende Zahlen an.

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr
1880 . . .	126200 kg	652500 kg
1881 . . .	179000 „	598300 „
1882 . . .	140000 „	587600 „
1883 . . .	174000 „	623000 „
1884 . . .	142900 „	598100 „

[1]) Ann. des mines, T. X, Nr. 55, und Dumas, Handbuch der techn. Chemie, übersetzt von Engelhardt, Bd. I, S. 520. — [2]) Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers. Wien, Hartleben. — [3]) Chem. Ind. 1885, S. 385.

Diese Zahlen werden indessen zweifellos von dem eigenen Consum bei Weitem übertroffen; ein großer Theil der Production gelangt außerdem in Form von Buchdruckerschwärze, Stiefelwichse, Farben, Buntpapier, Lackleder, Wachstuch ꝛc. zum Export, so daß die obigen Zahlen eigentlich nur statistischen Werth besitzen.

Nachdem wir nunmehr das Wissenswertheste über die Bildung von Ruß, die Vorbereitung des Materials und die Leitung der Verbrennung eingehend besprochen haben, wollen wir dazu übergehen, die zur Fabrikation desselben im Gebrauch befindlichen Einrichtungen und Apparate in den Kreis unserer Betrachtung zu ziehen.

3. Die Fabrikation von Flammruß (Kienruß).

In früheren Zeiten erfolgte die Gewinnung des Flammrußes nach einem ebenso einfachen als unvollkommenen Verfahren. In eine geräumige Kammer von Holz oder Mauerwerk brachte man einen eisernen Topf mit brennendem Harz und überließ ihn sich selbst bis zum Erlöschen. Oeffnungen an Boden und Dach des Gebäudes erlaubten die Zuführung und Regulirung der zum Verbrennen nöthigen Luft. Um die Abscheidung des Rußes zu erleichtern, versah man meistens die Wände dieser Kammern mit Schaffellen mit der Wolle, oder groben Stoffen, welche so angebracht waren, daß zwischen sie und das Mauerwerk ein Arbeiter treten konnte, um vermittelst Ausklopfens derselben den Ruß zu sammeln.

Wenn sich in der Kammer genügend Ruß angesammelt hatte, hielt man mit Verbrennen inne, und entfernte denselben, nachdem der Rauch verzogen war. Diese Art zu arbeiten konnte, abgesehen von ihrer großen Feuergefährlichkeit, nur geringe Qualitäten des Productes ergeben. Einmal verläuft die Verbrennung an sich sehr unregelmäßig und verursacht dadurch eine bedeutende Destillation unverbrannter Stoffe, dann auch lassen die Häute und Stoffe in Folge der Hitze so viel Haare und Fasern fallen, daß dadurch der Ruß sehr verunreinigt wird und zu feineren Arbeiten nicht zu gebrauchen ist.

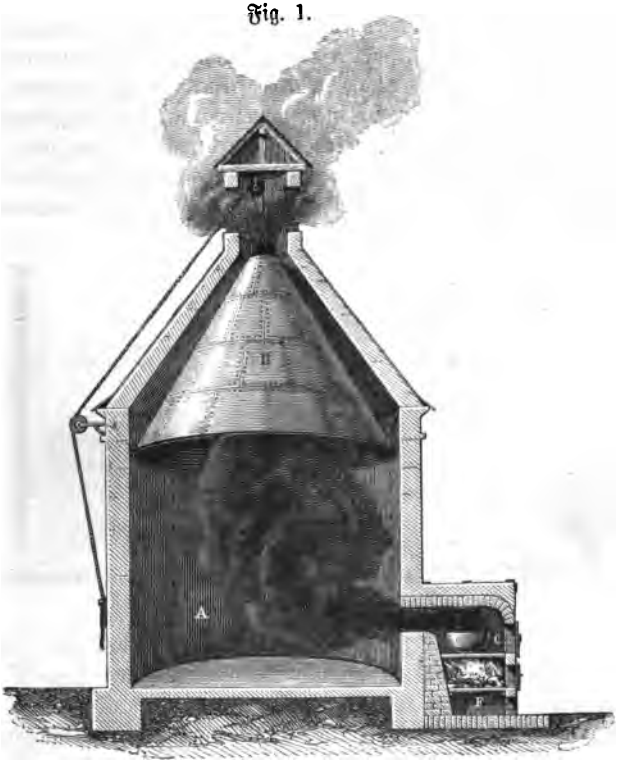
In der Absicht, diese Fabrikation, deren Erzeugnisse viel zu wünschen übrig ließen, zu vervollkommnen, wurden eine Menge einzelner Verfahrungsarten versucht, die schließlich alle das gleiche Ziel hatten, die auf Ruß zu verarbeitenden Substanzen mit möglichst wenig Luft zu verbrennen. Man hat in erster Linie danach getrachtet, den Luftzug in den Kammern derart regulirbar zu machen, daß es möglich ist, einerseits dem Material nur so viel Luft zuzuführen, als zur Unterhaltung der Verbrennung unumgänglich nothwendig ist, und daß andererseits die Geschwindigkeit der Verbrennungsgase keine so bedeutende ist, daß viel Ruß aus dem Ofen mit fortgerissen wird. Sehen wir nun, in welcher Weise diese Bedingungen durch die verschiedenen Constructionen erreicht worden sind.

Eine der ältesten Einrichtungen, die jedenfalls heute beinahe vollständig verlassen ist, findet sich in einigen technischen Werken aufgeführt und verdient insofern hier erwähnt zu werden, als sie eine der ersten Anlagen war, bei welchen Feuerraum und Rußkammer getrennt waren. Der Ofen ähnelt sehr dem

bekannten Apparate zur Sublimation des Schwefels, wie er in Frankreich üblich iſt.

Er beſteht aus einer cylindriſchen Kammer, in welcher ſich ein blecherner Kegel bewegen kann, der an ſeiner Spitze eine Oeffnung hat und zugleich als Kamin während der Verbrennung und als Schabeiſen nach beendigter Operation dient. Da die Baſis des Kegels faſt den Durchmeſſer der Kammer hat, ſo kratzen ſeine Ränder, wenn man ihn herabläßt, allen Kienruß ab, der ſich an den Mauern feſtgeſetzt hat, worauf man den letzteren am Boden ſammelt. Die Wände der Kammer

Fig. 1.



ſind mit Schaffellen oder grober Leinwand ausgekleidet, um den Abſatz der Flocken zu erleichtern. Die Verbrennung geſchieht außerhalb in einem Ofen, auf deſſen Feuerherd ein gußeiſerner Keſſel geſetzt wird, welcher das Harz oder den Theer enthält, die den Kienruß liefern ſollen. Man erhitzte den Keſſel, entzündete die Dämpfe und überließ dann die Operation ſich ſelbſt. Aus der Erfahrung lernte man bald die Dimenſionen kennen, welche man den Ein- und Ausgängen der Luft geben mußte.

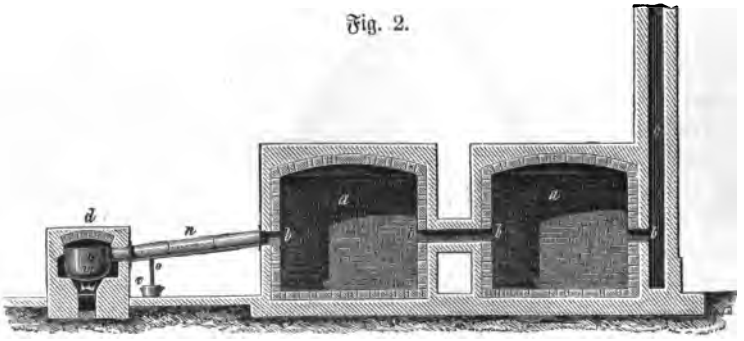
Später hat man die Einrichtung dermaßen abgeändert, daß man das Material auf der Sohle eines kleinen Herdes verbrannte, und die Rußgaſe durch einen Canal in die eigentliche Rußhütte leitete. Dieſe beſtand aus einem gemauerten

oder aus Holz gezimmerten Raume in der Größe eines Zimmers, alſo von etwa 5 bis 6 m Länge und Breite und 3 bis $3^1/_2$ m Höhe. Die Decke dieſes Raumes bildete die ſogenannte Haube aus lockerem, wollenem Stoff, ein pyramidenartiger Trichter, welcher an ſeiner Spitze mit einem über Rollen laufenden Seile in Verbindung ſtand; durch Heben und Senken der Haube war es möglich, den Ruß abzuſchütteln und den Verbrennungsgaſen freien Austritt durch das Gewebe zu verſchaffen.

Einen weiteren großen Fortſchritt bezeichnet die Anlage von Kammerſyſtemen zur Condenſation des Rußes; dieſe geſtatten nicht allein eine vollkommenere Ausnutzung der entweichenden Rußgaſe, liefern alſo eine größere Ausbeute und ein reineres Product, ſondern es ſind damit auch die Bedingungen für ein Sortiren des Rußes gegeben, da in den dem Feuer zunächſt liegenden Kammern der ſchlechtere, in Folge ſeiner Verunreinigungen mit empyreumatiſchen Stoffen ſchwerere, in den entfernteren Kammern dagegen der feinſte Ruß ſich abſcheidet.

Dieſen Anforderungen dürfte freilich der nachfolgend abgebildete Apparat, der offenbar aus dem zuerſt beſchriebenen hervorgegangen iſt, nur unvollſtändig

Fig. 2.



entſprechen. Für kleinere Betriebe bei nicht forcirter Arbeit mag derſelbe noch ſeinen Zweck erfüllen; handelt es ſich aber um die Erzeugung großer Quantitäten, ſo wird man in Folge des verhältnißmäßig kurzen Weges, den die Feuergaſe zurücklegen, und der dadurch bedingten unvollkommeneren Condenſation beträchtliche Verluſte erleiden, die vielleicht weniger wegen des verminderten Gewinnes, als vielmehr hauptſächlich durch die Beläſtigung der Nachbarſchaft die Exiſtenzfähigkeit der Anlage in Frage ſtellen könnten.

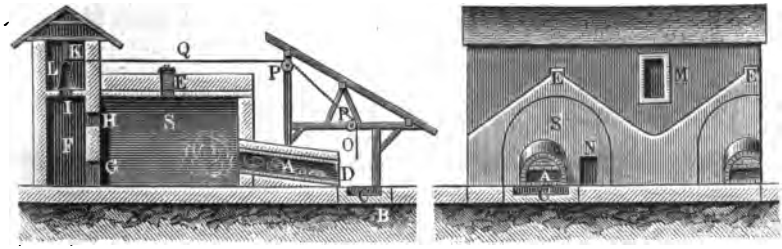
Eine ſchon viel vollkommenere Einrichtung hat man in der Gegend von Saarbrücken angewandt, wo man die Fabrikation des Rußes mit dem Verkoken der Steinkohlen combinirt hat. Dieſelbe beſteht nach Duhamel[1]) aus einem langen, geneigten Canal, der als Feuerherd dient, aus einer geräumigen, gewölbten Kammer, in der ſich der Ruß abſetzt, aus einer kleineren Kammer, in welcher ſich der unverdichtet gebliebene Ruß vollends ablagert und deren Oeff-

[1]) Ann. des Mines, T. X, Nr. 55.

nungen den Zug reguliren, und endlich aus einer letzten Kammer, welche über der vorigen angebracht ist und als Schornstein dient.

In Fig. 3 ist *A* der Feuerherd, dessen Boden ebenso wie die Seitenwände und Decken aus feuerfesten Steinen besteht. *B* sind kleine Mauern, welche die zur Aufnahme der Koke bestimmte Grube *C* umgeben. *D* ist ein starker Eisenstab, welcher die Feueröffnung in zwei gleiche Theile theilt, wovon der obere während der Operation mit Backsteinen und Lehm zugemauert wird. *S* ist die Kammer, welche bestimmt ist, den größeren Theil Ruß aufzunehmen; ihr Boden besteht aus einer Plättschicht von Backsteinen, welche der Trockenheit halber auf Grus oder trockenem Sande ausgeführt wird. *E* ist ein in der Mitte der Decke angebrachtes Loch, welches während der Operation durch einen Deckel verschlossen und nur geöffnet wird, wenn behufs Entleerung der Kammern frische Luft eingelassen werden soll. *G* und *H* sind Oeffnungen, durch welche der Rauch in die kleinere Kammer *F* strömt; die erste ist höher und dient zugleich als Thür zum Betreten der Kammer *F*. Durch zwei Oeffnungen *I* wird die Verbindung mit dem Kamin *K* hergestellt. *L* ist ein Sack aus grober Leinwand, welcher die

Fig. 3.



beiden Oeffnungen bei *I* bedeckt. Er wird durch entsprechende Vorrichtungen darüber festgehalten. Dieser Sack wird durch eine Leine *O* gespannt erhalten, welche über Rollen *P* läuft und bis in den Arbeitsraum führt.

Durch Fenster *M* gelangt man in eine Gallerie zu den Säcken, um sie fest zu machen oder zu löschen, falls sie einmal Feuer fangen sollten. Dies Fenster bleibt immer geöffnet, um dem Rauch, welcher bereits allen Ruß abgesetzt haben muß, den Abzug zu gestatten. Sobald der Sack an seiner Innenfläche einmal mit Ruß bedeckt ist, ist er für den Rauch viel undurchlässiger; der Luftzug im Ofen läßt nach und die Verbrennung wird mangelhaft. Ist dieser Fall eingetreten, so zieht der Arbeiter an der erwähnten Leine, wie an einem Glockenzug; dadurch wird der Sack geschüttelt und der Ruß fällt ab auf den Boden der Kammer.

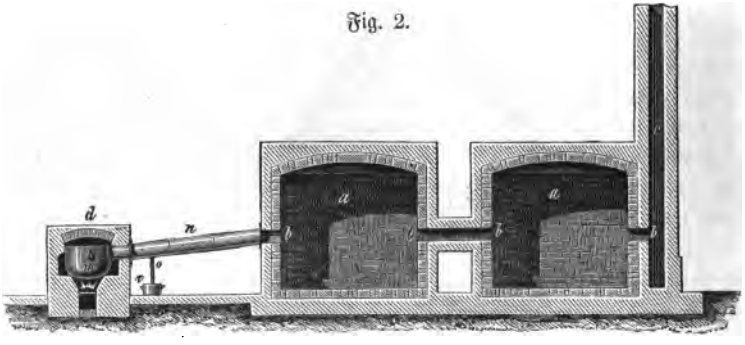
Je nach dem Material, das man verarbeitet, wird es früher oder später nöthig, die Kammern zu entleeren. Bei Verarbeitung von Steinkohlen gingen diese Oefen ununterbrochen während 21 Tagen; bei den heute üblichen Materialien würde die Entleerung viel häufiger vorgenommen werden müssen. Zu diesem Zwecke verschließt man die Oeffnungen des Herdes mit Lehm und Backsteinen, öffnet die Löcher im Scheitel des Gewölbes der Kammer *S*, sowie die Thüren *N*, welche bisher geschlossen waren, sammelt und verpackt den Ruß in den Gewölben selbst.

oder aus Holz gezimmerten Raume in der Größe eines Zimmers, also von etwa 5 bis 6 m Länge und Breite und 3 bis $3\frac{1}{2}$ m Höhe. Die Decke dieses Raumes bildete die sogenannte Haube aus lockerem, wollenem Stoff, ein pyramidenartiger Trichter, welcher an seiner Spitze mit einem über Rollen laufenden Seile in Verbindung stand; durch Heben und Senken der Haube war es möglich, den Ruß abzuschütteln und den Verbrennungsgasen freien Austritt durch das Gewebe zu verschaffen.

Einen weiteren großen Fortschritt bezeichnet die Anlage von Kammersystemen zur Condensation des Rußes; diese gestatten nicht allein eine vollkommenere Ausnutzung der entweichenden Rußgase, liefern also eine größere Ausbeute und ein reineres Product, sondern es sind damit auch die Bedingungen für ein Sortiren des Rußes gegeben, da in den dem Feuer zunächst liegenden Kammern der schlechtere, in Folge seiner Verunreinigungen mit empyreumatischen Stoffen schwerere, in den entfernteren Kammern dagegen der feinste Ruß sich abscheidet.

Diesen Anforderungen dürfte freilich der nachfolgend abgebildete Apparat, der offenbar aus dem zuerst beschriebenen hervorgegangen ist, nur unvollständig

Fig. 2.



entsprechen. Für kleinere Betriebe bei nicht forcirter Arbeit mag derselbe noch seinen Zweck erfüllen; handelt es sich aber um die Erzeugung großer Quantitäten, so wird man in Folge des verhältnißmäßig kurzen Weges, den die Feuergase zurücklegen, und der dadurch bedingten unvollkommeneren Condensation beträchtliche Verluste erleiden, die vielleicht weniger wegen des verminderten Gewinnes, als vielmehr hauptsächlich durch die Belästigung der Nachbarschaft die Existenzfähigkeit der Anlage in Frage stellen könnten.

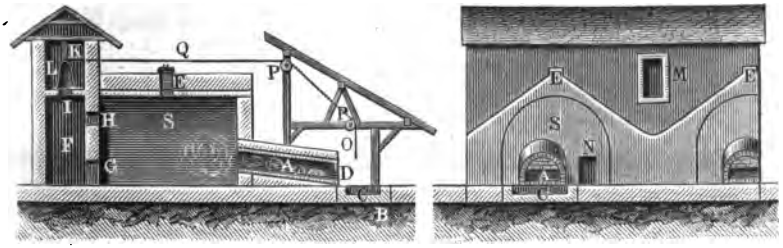
Eine schon viel vollkommenere Einrichtung hat man in der Gegend von Saarbrücken angewandt, wo man die Fabrikation des Rußes mit dem Verkoken der Steinkohlen combinirt hat. Dieselbe besteht nach Duhamel[1]) aus einem langen, geneigten Canal, der als Feuerherd dient, aus einer geräumigen, gewölbten Kammer, in der sich der Ruß absetzt, aus einer kleineren Kammer, in welcher sich der unverdichtet gebliebene Ruß vollends ablagert und deren Oeff-

[1]) Ann. des Mines, T. X, Nr. 55.

nungen den Zug reguliren, und endlich aus einer letzten Kammer, welche über der vorigen angebracht ist und als Schornstein dient.

In Fig. 3 ist *A* der Feuerherd, dessen Boden ebenso wie die Seitenwände und Decken aus feuerfesten Steinen besteht. *B* sind kleine Mauern, welche die zur Aufnahme der Koke bestimmte Grube *C* umgeben. *D* ist ein starker Eisenstab, welcher die Feueröffnung in zwei gleiche Theile theilt, wovon der obere während der Operation mit Backsteinen und Lehm zugemauert wird. *S* ist die Kammer, welche bestimmt ist, den größeren Theil Ruß aufzunehmen; ihr Boden besteht aus einer Plättschicht von Backsteinen, welche der Trockenheit halber auf Grus oder trockenem Sande ausgeführt wird. *E* ist ein in der Mitte der Decke angebrachtes Loch, welches während der Operation durch einen Deckel verschlossen und nur geöffnet wird, wenn behufs Entleerung der Kammern frische Luft eingelassen werden soll. *G* und *H* sind Oeffnungen, durch welche der Rauch in die kleinere Kammer *F* strömt; die erste ist höher und dient zugleich als Thür zum Betreten der Kammer *F*. Durch zwei Oeffnungen *I* wird die Verbindung mit dem Kamin *K* hergestellt. *L* ist ein Sack aus grober Leinwand, welcher die

Fig. 3.



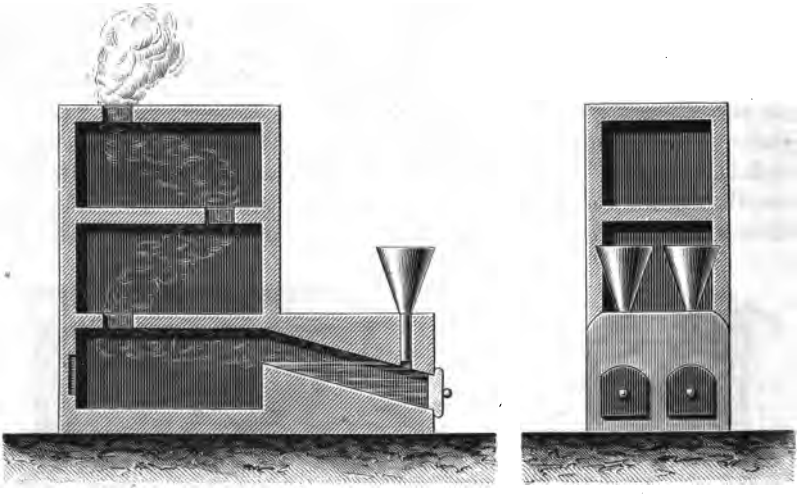
beiden Oeffnungen bei *I* bedeckt. Er wird durch entsprechende Vorrichtungen darüber festgehalten. Dieser Sack wird durch eine Leine *O* gespannt erhalten, welche über Rollen *P* läuft und bis in den Arbeitsraum führt.

Durch Fenster *M* gelangt man in eine Gallerie zu den Säcken, um sie fest zu machen oder zu löschen, falls sie einmal Feuer fangen sollten. Dies Fenster bleibt immer geöffnet, um dem Rauch, welcher bereits allen Ruß abgesetzt haben muß, den Abzug zu gestatten. Sobald der Sack an seiner Innenfläche einmal mit Ruß bedeckt ist, ist er für den Rauch viel undurchlässiger; der Luftzug im Ofen läßt nach und die Verbrennung wird mangelhaft. Ist dieser Fall eingetreten, so zieht der Arbeiter an der erwähnten Leine, wie an einem Glockenzug; dadurch wird der Sack geschüttelt und der Ruß fällt ab auf den Boden der Kammer.

Je nach dem Material, das man verarbeitet, wird es früher oder später nöthig, die Kammern zu entleeren. Bei Verarbeitung von Steinkohlen gingen diese Oefen ununterbrochen während 21 Tagen; bei den heute üblichen Materialien würde die Entleerung viel häufiger vorgenommen werden müssen. Zu diesem Zwecke verschließt man die Oeffnungen des Herdes mit Lehm und Backsteinen, öffnet die Löcher im Scheitel des Gewölbes der Kammer *S*, sowie die Thüren *N*, welche bisher geschlossen waren, sammelt und verpackt den Ruß in den Gewölben selbst.

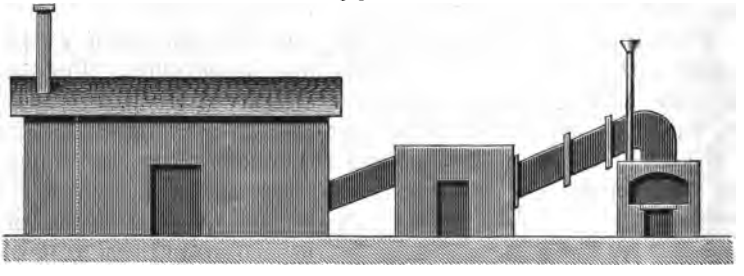
Eine andere Construction zum continuirlichen Betriebe führen Urbain und Meunier[1]) an. Der Ofen besteht aus einer Art Retorte in geneigter Lage, welche durch eine Feuerung (die aber aus der Fig. 4 nicht ersichtlich ist) geheizt wird. Die zum Verbrennen bestimmten, schmelzbaren Substanzen werden mit Hülfe eines Trichters, der über der Basis der Retorte angebracht ist, eingeführt. Durch die Hitze des Feuers schmelzen die im Trichter befindlichen Stoffe, fließen

Fig. 4.



in die Retorte und werden durch eine Oeffnung angezündet, welche sich in der höchsten Stelle der Retorte befindet. Auch dieser Apparat functionirt also ohne

Fig. 5.



andere Unterbrechung als die, welche zum Entleeren der etagenförmig über einander angebrachten Kammern nöthig ist.

Dieselben Autoren geben am gleichen Orte noch die Beschreibung eines Apparates, wie er zu Buran zum Brennen von Harz oder Theer üblich ist. Derselbe (Fig. 5) besteht aus einem Backsteinofen, dessen Sohle mit Steinkohle oder Koks

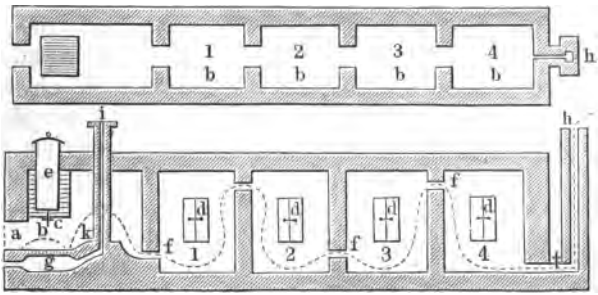
[1]) Encycl. chimique, T. I. Paris 1885.

geheizt wird. Die Verbrennungsgase ziehen zuerst durch einen breiten Canal in eine kleinere Vorkammer, worin sich der durch empyreumatische Stoffe verunreinigte Ruß absetzt. Eine größere Kammer dient zur Aufnahme der besseren Qualität. Diese Kammer hat an ihrem hinteren Ende noch eine Scheidewand von passendem Material, durch welches sich der entweichende Rauch erst siebt, um dann vollkommen entrußt ins Freie zu gelangen. Man kuppelt in der Regel zwei oder mehrere Oefen zusammen, um den Betrieb zu einem continuirlichen zu gestalten. Näheres über die Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit dieser Einrichtung wird nicht angegeben.

Oefen mit größeren Kammersystemen sind erst in späterer Zeit, wohl in Folge der Nothwendigkeit einer besseren Ausnutzung der Rauchgase und zur Verhütung der Belästigung für die Nachbarschaft, construirt worden. Einen solchen zum Verbrennen von Theeröl und Naphtalin bestimmten, aber auch für feste Materialien, bei geeigneter Einrichtung brauchbaren Ofen beschreibt Thenius [1]).

Durch eine Feuerung *g* (Fig. 6) wird eine gußeiserne Platte *b* fortwährend glühend erhalten. Auf die glühende Platte fließt aus dem Oelreservoir *e* in con-

Fig. 6.



stantem Strahl das Oel oder geschmolzene Naphtalin, dessen Zufluß sich durch Hahn *c* (der in der Zeichnung offenbar fälschlicherweise sich im Feuerraume befindet) reguliren läßt; eine durchbrochene Thür *a* gestattet, den Luftzutritt je nach Bedürfniß zu verstärken oder zu beschränken. Die Rußgase nehmen den durch die Linie *k* angedeuteten Weg durch die Kammern 1, 2, 3 und 4, und verlassen den Ofen durch den Schornstein *h*; *d* sind eiserne, während des Betriebes geschlossene Thüren, durch welche nach beendigter Operation die Entleerung stattfindet. Kammer Nr. 4 enthält den feinsten Ruß für lithographische Farben, Nr. 3 den für Druckerschwärze geeigneten, während die Kammern 1 und 2 jenes Product aufnehmen, welches, gut gesiebt, als gewöhnlicher Flammruß in den Handel kommt.

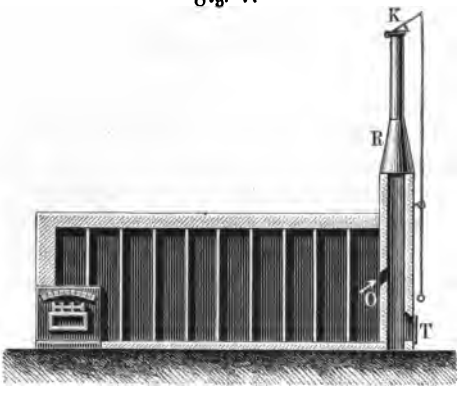
Eine Einrichtung, welche weniger Raum in Anspruch nimmt und doch eine vollständige Condensation des Rußes herbeiführen soll, hat J. Versch [2]) construirt. Umstehende Figuren (7 und 8, a. f. S.) zeigen den horizontalen und verticalen Längsschnitt derselben.

---

[1]) Verwerthung des Steinkohlentheers. Wien, Hartleben. — [2]) Verwerthung des Holzes. Ebendas.

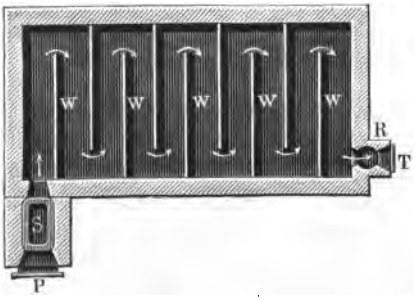
Der Ofen ist bestimmt zur Verbrennung eines jeglichen Materials. Es ist deshalb die Feuerung mit der Einrichtung versehen, daß bei Verarbeitung flüssiger oder schmelzbarer Körper auf dem Herde, welcher für gewöhnlich aus einem einfachen Ziegelgewölbe besteht, eine flache Eisenpfanne *S* angebracht werden kann, welche zur Aufnahme der geschmolzenen oder flüssigen Massen dient. Für diesen Fall muß natürlich noch ein besonderer Schmelzkessel vorhanden sein, der mit der Pfanne durch eine Rohrleitung in Verbindung steht, worin das betreffende Material angewärmt oder geschmolzen wird. Dieses Anwärmen ist manchmal unerläßlich, indem manche flüssige Brennmaterialien, wie Theer, zu dickflüssig sind, und andere, wie Holztheer, erst dann brennen, wenn man sie vorher auf eine bestimmte Temperatur erhitzt.

Fig. 7.



Eine gute Idee ist es jedenfalls, daß als Feuerthür die von dem Meidinger'schen Regulirfüllofen her bekannte Klapp- und Schiebthür (Fig. 9) benutzt ist. Diese Thür besteht aus einer Eisenplatte, welche sich in horizontaler Richtung verschieben und in verticaler aufklappen läßt; sie ruht in schiefer Lage auf einem gußeisernen Halse, und es ist möglich, durch Seitwärtsschieben der Platte einen Spalt von beliebiger Größe herzustellen, wodurch eine genaue Regelung der in den Verbrennungsraum gelangenden Luft ermöglicht wird.

Fig. 8.



Die Mündung der Rauchgase in die Kammer erfolgt durch einen schwach ansteigenden Canal von Mauerwerk. Die Kammer selbst ist 5 m breit, 3 m hoch und 10 oder mehr Meter lang. An ihrer Einrichtung wird man in der Praxis wenig Freude erleben. Sie besteht aus verticalen Querwänden *W*, welche aus ungehobelten, rauhen Brettern zusammengesetzt sind, eine Länge von 4 m haben und von einander 1 m abstehen. Auch die Decke der Kammer besteht aus rauhen Brettern.

Die Rußgase sind also gezwungen, einen großen Weg zurückzulegen, und haben reichlich Gelegenheit, ihren Ruß an den rauhen Bretterwänden abzusondern. Aus der letzten Abtheilung führt eine Oeffnung in einen Schornstein *R* von etwa

12 m Höhe, der unten eine kleine, dicht ſchließende Thür *T* aus Eiſen und oben eine genau zu regulirende Klappe *K* beſitzt, welche mittelſt einer Schnur gehoben und geſenkt werden kann.

Der Vorſchlag iſt zweifellos ein ganz guter, allein er leidet an einem Mangel, der ſeine Ausführung in dieſer Form zur Unmöglichkeit macht. Es ſind dies die hölzernen Zwiſchenwände im Inneren der Kammer; ein Jeder, der ſich ſchon mit der Fabrikation von Ruß beſchäftigt hat, weiß aus Erfahrung, daß Gegenſtände von Holz in den Kammern vermieden werden müſſen. Die Temperatur derſelben während der Arbeit iſt ſo hoch, daß Holz, welches ſich in der Nähe der Einmündungsöffnung befindet, mit der Zeit ſo heiß wird, daß es unter Umſtänden zu brennen anfängt, und Verfaſſer dieſes hatte ſelbſt Gelegenheit, zu bemerken, daß die hölzernen Leiſten einer Jalouſie, welche ſich zum Auffangen der letzten Rußtheilchen am Ende eines Kammerſyſtems ca. 50 m vom Feuerherde entfernt befanden, in kurzer Zeit ſo ausgetrocknet waren, daß ſie ſich zwiſchen den Fingern zu Pulver zerreiben ließen. Kammern aus Holz waren allenfalls früher noch angebracht, wo man keine continuirliche Arbeit kannte, alſo ein Abkühlen derſelben innerhalb kurzer Pauſen noch möglich war; allein ſeit man dazu gekommen iſt, die Oefen erſt dann ausgehen zu laſſen, wenn die Entfernung des Rußes aus den Kammern nothwendig wird, iſt dieſe Art der Einrichtung zur Unmöglichkeit geworden.

Fig. 9.

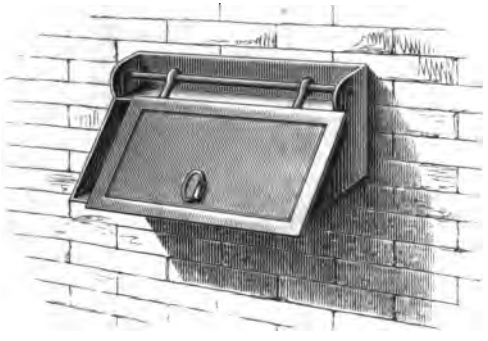
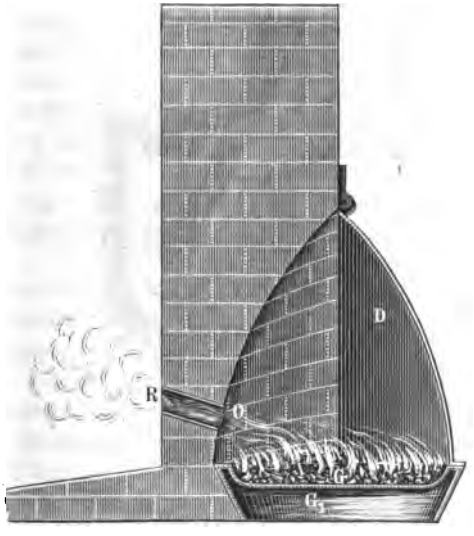


Fig. 10.



Eine Verbrennungseinrichtung (Fig. 10), die ſich namentlich zur Verarbeitung von Ozokerit, Harz und ſolchen Materialien eignen ſoll, die bei der unvollſtändigen Verbrennung ſtark ſchweelen, wird von einigen Autoren aufgeführt. Es

besteht dieselbe aus einem eisernen, schüsselförmigen Gefäße G, welches sich in einem zweiten G_1, das mit Wasser gefüllt ist, befindet. Durch das Wasser soll

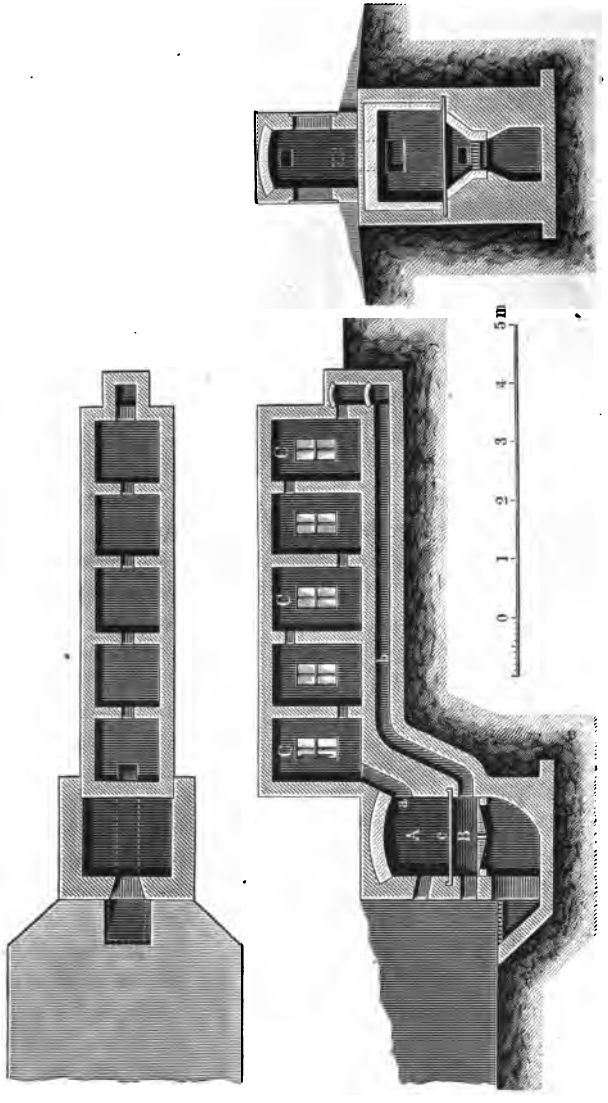


Fig. 11.

eine zu starke Erhitzung des geschmolzenen Materials verhindert werden. Die mit Ruß beladenen Feuergase passiren durch den Spalt O, welcher nur wenige Centimeter Breite, dagegen beinahe die Länge der Verbrennungsgefäße besitzt, in das Kammersystem RR. Ueber den Verbrennungsschalen liegt ein drehbarer

Deckel *D* mit Schiebern zur Regulirung des Luftzutritts und einem Fenster von Glas oder besser Glimmer zur Beobachtung der Verbrennung. Die Regulirung des Zuges gelingt nicht vollständig mit Hülfe dieser Schieber und muß unter Mitwirkung eines Registerschiebers am Kamin geschehen.

In der Praxis ist uns eine derartige Einrichtung nirgends begegnet, und es läßt sich auch kaum annehmen, daß dieselbe vortheilhaft sein kann; nach den in einem früheren Capitel entwickelten Gesichtspunkten ist eine Herabminderung der Verbrennungstemperatur nur von schädlichem Einfluß auf die Rußbildung. Was dagegen das Schweelen des Materials anbelangt, so läßt sich dies auf andere Weise verhüten, als hier vorgeschlagen wird, indem man z. B. nicht zu viel Material auf einmal aufgiebt, den Zutritt der Luft gehörig regulirt u. dergl. Kommt eine zu reichliche Destillation von Schweelproducten dennoch vor, so ist dies meistens in Folge einer Unachtsamkeit des betreffenden Arbeiters geschehen; seltener liegt die Ursache im Material, und es ist uns nur ein Material bekannt, bei dem eine Verbrennung ohne Destillation resp. Sublimation nicht gut möglich ist: das rohe Naphtalin, welches in Folge dessen stets in schweren Oelen gelöst, niemals aber als solches verarbeitet werden sollte.

Eine gute Construction ist auch die in Fig. 11 gegebene Anlage eines Rußofens für Pech und feste Materialien, der sich indessen mit geringen Abänderungen für jedes Material eignen dürfte. Die Zeichnung ist ohne Weiteres verständlich und bedarf keiner besonderen Erklärung; die Anordnung des Verbrennungsschachtes *A* mit gußeiserner Heizfläche *c* und Feuerung *B* erscheint recht praktisch, nur ist zu bezweifeln, ob ein Kammersystem von so bescheidenen Dimensionen hinreichen wird, um allen Ruß zu condensiren. Uns will es scheinen, als ob dieser Zweck nur unvollkommen erreicht wird; es ist somit jedenfalls gerathen, bei der Ausführung dieser Anlage darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Kammersystem jederzeit verlängert werden kann, wenn sich diese Nothwendigkeit erweisen sollte; in diesem Falle wäre die Ausführung derselben in mehreren Etagen jedenfalls sehr zweckmäßig. Auch die Entfernung der Koks aus dem Verbrennungsraume ist eine Frage, welche noch näherer Ueberlegung bedarf. Im Uebrigen aber zählt diese Construction entschieden zu denjenigen, welche, als gut ausgedacht, eine größere Beachtung verdienen.

Im badischen Schwarzwalde, wo sich der Hauptsitz der deutschen Rußfabrikation befindet, arbeiten zur Zeit[1]) fünf Fabriken mit einer Jahresproduction von 4000 bis 5000 Centner unter Benutzung der nachfolgend beschriebenen Einrichtung.

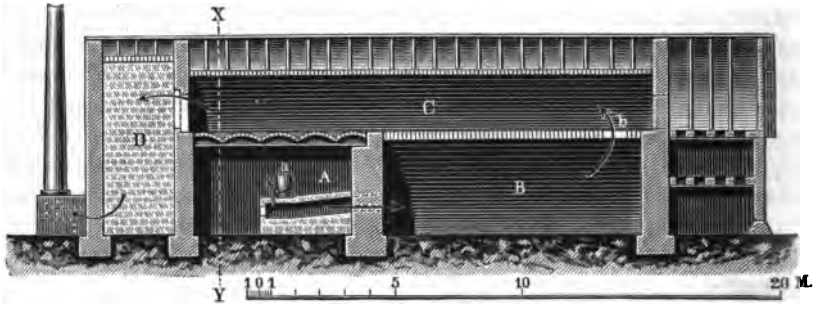
Die Rußöfen bestehen, wie umstehende Fig. 12 und 12 a verdeutlichen, aus einem oder zwei schwach aufsteigenden Verbrennungsschächten *A*, in welche das zu verbrennende feste Material von vorn eingeworfen, der Theer oder die Oele aber aus den darüber stehenden Gefäßen *a* mittelst eiserner Röhren eingeleitet werden. Die Rußgase treten von da in das erste massive Kühlgewölbe *B*, durch *b* in das darüber hinweglaufende lange Gewölbe *C*, dann in den durch Zwischenwand in zwei verticale Hälften getheilten Thurm *D* und von hier durch einen Regulir-

[1]) C. Engler, Chem. Ind. 1885, S. 385.

schornstein in die Luft. Ein quer durch die eine Hälfte des Thurmes gespanntes grobmaschiges Tuch bezweckt die Zurückhaltung der letzten Rußreste.

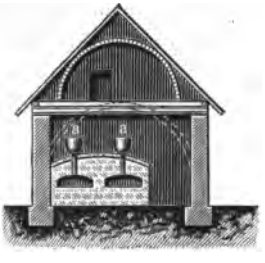
Bis auf eine Rußfabrik, welche stehende Kühlkammern hat, sind sämmtliche Fabriken mit Oefen, die nur unwesentlich von dem oben beschriebenen abweichen, versehen. Man beginnt jedesmal Dienstag früh mit der Arbeit, und setzt dieselbe

Fig. 12.



bis Samstag fort, mit jedesmaliger Unterbrechung von Abends 9 oder 10 Uhr bis Morgens 4 oder 5 Uhr. Sonntags läßt man die Oefen stehen, damit sie abkühlen und Montags nicht mehr zu heiß sind, um entleert werden zu können.

Fig. 12 a.



Schnitt *X Y*.

Diese Oefen arbeiten sehr regelmäßig und liefern gute Ausbeute eines sehr gesuchten Rußes.

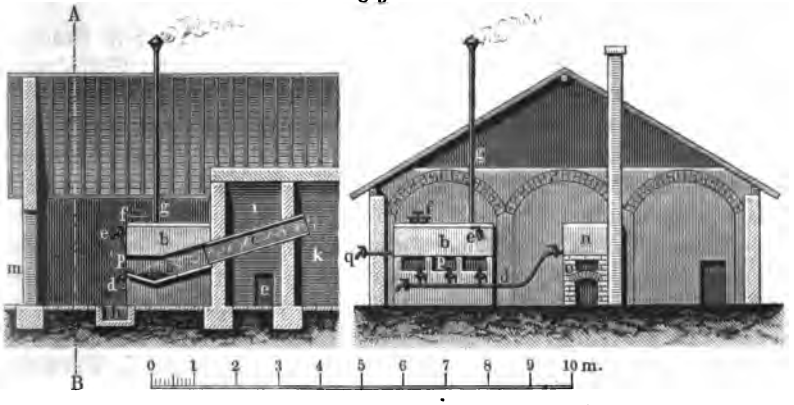
Alle Oefen, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, arbeiten ohne weitere Abkühlung der Flamme. Wir haben in einem früheren Capitel bereits kennen gelernt, daß eine solche auch gar nicht nöthig ist, wenn man nur dafür sorgt, daß der einmal ausgeschiedene Ruß nicht durch den Zutritt der Luft in dem glühenden Zustande, in welchem er sich befindet, verbrennen kann. Diese Möglichkeit ist nun in einem richtig construirten Rußofen vollkommen ausgeschlossen. Dessen ungeachtet halten manche Fabriken noch ein besonderes Abkühlen der Flamme für nöthig, und glauben dadurch eine bessere Ausbeute zu erzielen.

Es ist kaum anzunehmen, daß derartige Einrichtungen aus den Resultaten exacter Beobachtungen hervorgegangen sind, sondern man ist versucht, zu glauben, daß dieselben aus der Fabrikation des Lampenrußes, wo derartige Vorrichtungen als Condensatoren fungiren, adoptirt worden sind. Die Erfolge sprechen auch nicht dafür, denn uns bekannte Fabriken, welche ohne Abkühlung verbrennen, erhalten mindestens dieselbe Ausbeute bei gleicher Güte des Productes.

Wir geben in Nachfolgendem die Beschreibung einer derartigen Anlage, welche zu vollkommener Zufriedenheit arbeitete. Sie eignet sich gleich gut zur Verbrennung fester, als auch flüssiger Materialien.

In Fig. 13 bedeutet *a* die Feuerplatte, eine schwere gußeiserne Platte, deren Längsschnitt einen gleichschenkeligen stumpfen Winkel darstellt. Sie muß so eingemauert sein, daß ihr vorderes Ende noch immer so viel Fall nach innen hat, daß die flüssigen oder geschmolzenen Brennmaterialien nicht aus dem Feuerraume ausfließen und daß ihr hinteres Ende nach den Kammern steigt, um den Rußgasen den Abzug möglichst zu erleichtern; *b* ist das keilförmige Kühlschiff aus Schmiedeeisen von 6 mm Stärke, mit dicht schließendem, durch Flantsch und Mutterschrauben befestigten, Deckel; letzterer ist versehen mit dem Mannloche *f* und dem Dampfrohr *g*. Die Armatur des Kühlschiffes besteht aus einem Probirhahn *e*, welcher an der Stelle angebracht ist, die den niedrigsten zulässigen Wasserstand im Kühlschiffe bezeichnet, sowie einem Ablaßhahn *q*, welcher zum Entleeren desselben dient. Durch eine Rohrleitung *d* ($2^1/_2$ Zoll) wird aus dem Anwärmekessel *n* Theer oder Oel den Feuerungen *p* durch kleine, mit Regulirhahn versehene gebogene Röhrchen zugeführt. Diese Röhrchen sind in einer Muffe drehbar, so

Fig. 13.



daß sie bei Seite gedreht werden können, wenn man in dem Ofen Pech oder andere feste Materialien verbrennen will, die dann einfach in etwa faustgroßen Stücken von vorn auf die Feuerplatte geworfen werden. Die Feuerungen *p* sind versehen mit je einer Schiebethüre, die leicht gangbar sein muß und durch eine Zahnstange in jeder beliebigen Stellung festgehalten wird; *c* ist ein Canal von Schwarzblech, ca. 3,5 m lang und von quadratischem Querschnitt. Er führt die Rauchgase durch die durch Thür *l* betretbare Kühlkammer *i* in das Kammersystem *k*. Thür *m* befindet sich passend dicht vor der Feuerungsanlage, damit die in den Löschcanal *h*, welcher fortwährend durch *e* mit Wasser gefüllt erhalten wird, fallenden Koks leicht und bequem zu entfernen sind. Bei Beginn der Arbeit entzündet man auf der Feuerplatte durch mit Theer oder Oel getränkte Putzwolle, Papier oder dergleichen ein kräftiges Feuer und läßt erst, nachdem dies gehörig im Gange ist, das zu verarbeitende Material auf die eine oder andere Weise zutreten.

Das Kammersystem dieser Anlage besteht aus drei parallelen Gewölben von ca. 36 m Länge, welche der Rauch nach einander passiren muß, so daß er im

Ganzen einen Weg von ca. 100 m durchläuft. Von diesen Stollen, deren Gewölbe sich in der Zeichnung angedeutet finden, ist jeder durch Zwischenwände in mehrere Abtheilungen getheilt, welche den Rauch zwingen, bald am Boden der Kammer, bald am Scheitel des Gewölbes durchzustreichen. Sämmtliche Kammern sind durch eiserne Thüren in den Zwischenwänden mit einander verbunden und von der Endkammer eines jeden Stollens führt an der, der Feuerstelle gegenüber liegenden Seite eine eiserne Thür in einen gemeinsamen Sammel- und Packraum. Am Ende des dritten Stollens befindet sich ein ca. 15 m hoher Regulirschornstein, durch welchen die Rauchgase schließlich entweichen.

Die Arbeit wird ähnlich geführt, wie in den Schwarzwälder Oefen. Beim Entleeren der Kammern wird der Ruß durch hölzerne Krücken nach dem Packraume geschoben, und sobald diese Arbeit beendet ist, wieder aufs Neue mit Brennen begonnen. Dadurch wird viel Zeit gespart, indem das Packen vorgenommen werden kann, während bereits wieder eine neue Arbeitsperiode im Gange ist. Durchschnittlich werden in einem solchen Ofen täglich ca. 500 kg Theer, Pech oder Oel zur Verrußung gebracht.

Diese Verbrennungseinrichtung verdient insofern eine größere Beachtung, als sie gestattet, die dabei auftretende Wärme in nutzbringender Weise zu verwerthen. Die Kühlschiffe eignen sich nämlich sehr gut zum Eindampfen von Flüssigkeiten, die man concentriren will, und man kann daher mit Vortheil neben der Darstellung von Ruß noch eine andere Fabrikation, bei der es namentlich auf das Eindampfen großer Flüssigkeitsmengen ankommt, z. B. die Gaswasserverarbeitung, betreiben.

Schon früher haben umsichtige Rußfabrikanten diesen Punkt ins Auge gefaßt. So theilt Lunge[1]) mit, daß J. Brönner in Frankfurt a. M. sämmtliche Abfallproducte von der Theerdestillation unter einem speciell dazu construirten, sehr complicirten Dampfkessel zum Zweck der Rußfabrikation verbrannt habe. Die Verbrennungsproducte wurden mittelst eines Ventilators von 2 m Durchmesser durch lange, mit eingeschliffenen Bodenschiebern versehene Gänge getrieben, welche in eine große Rußkammer mündeten. Die Schieber dienten zu beliebiger Zufuhr von Luft, um je nach ihrer Stellung verschiedene Qualitäten von Ruß für alle technischen Zwecke, z. B. fetten für Wachstuchfabriken, sogenannten calcinirten für Glanzleder, Gummiwaaren und Buchdruckfarben aller Art, zu erzielen.

Aehnlich berichtet Th. Nepp[2]) über eine Schwärzefabrik, welche die abgehende Wärme zum Heizen von sechs Kesseln, welche je 4 m lang sind und einen Durchmesser von 0,65 m haben, verwendet. Sie treiben zusammen eine achtpferdige Dampfmaschine, welche zum Betriebe der Kollergänge, Faßfabrikation ꝛc. dient.

Der Theer wird vor jedem Dampfkessel in einen Behälter entleert, von denen jeder zwei Fässer faßt. Hinter jedem Kessel steht ein Ofen, in welchem die von dem vorne brennenden Theere entwickelten Schwärzegase, welche sich auf ihrem Wege unter dem Kessel allmälig abgekühlt haben, ihren Ruß absetzen. Die

---

[1]) Die Industrie der Steinkohlentheer-Destillation. Braunschweig 1882, S. 78. — [2]) Chemiker-Ztg. 1878.

Oefen sind 4 m hoch, verankert und mit Eisenplatten bedeckt. Sie ragen etwa 1 m über das Dach ins Freie und sind im Inneren mit horizontalen und verticalen Blechen durchsetzt, auf welchen sich der Ruß abscheidet. Natürlich finden sich in den oberen Regionen dieses Thurmes die feineren Rußsorten und zwar in geringerer Menge, als der schwerere und gewöhnlichere Ruß in den der Feuerung zunächst gelegenen Etagen. Letztere müssen nach dem Abbrennen des Theers, was nach etwa sechs Stunden der Fall ist, entleert werden, worauf man das Theerreservoir sofort wieder mit neuem Material beschickt. Gleichzeitig sind je drei Kessel im Gange, so daß also fortwährend genügend Dampf producirt wird.

Das Product wird zum kleinsten Theile unvermischt gelassen; der größere Theil wird, ehe er in den Handel kommt, mit fein gemahlenem und gesiebtem Torf auf einem Kollergange zusammen gemahlen, und findet Verwendung in der Fabrikation von Farben, Wichsen, Ofenschwärzen ꝛc. Die Anlagekosten einer derartigen Fabrik sollen sich auf etwa 8000 bis 9000 Mk. belaufen, welcher Betrag sich jedoch selbstverständlich nur auf die für Erzeugung und Auffammlung des Rußes bestimmten Theile der Anlage beziehen kann.

Es ist kaum anzunehmen, daß eine derartige Verwerthung der abgehenden Hitze rationell ist, namentlich da, wo man noch zu anderen Zwecken Dampfkraft braucht. Die ganze Anlage zur Erzeugung von gespanntem Dampf ist an sich schon sehr complicirt und in Folge dessen mannigfachen Reparaturen unterworfen; dann aber ist man mit seinen Dampfkesseln von der Rußfabrikation abhängig, was zu Zeiten, in denen der Bedarf schwach, oder bei nothwendigen Reparaturen sehr störend sein kann. Will man die Wärme ausnutzen, so geschieht dies jedenfalls vortheilhafter, wenn man sie zum Heizen von Trockenräumen, Eindampfpfannen u. dergl. verwendet.

Eine ganz besondere Beachtung beansprucht die Ableitung der entrußten Gase aus dem Kammersystem ins Freie. Hier liegt ein wunder Punkt der Rußfabrikation, der schon für manche Anlage verhängnißvoll geworden ist. Wenn man die Kammern auch noch so sehr ausdehnt, also die Rußgase einen noch so weiten Weg machen läßt, so läßt es sich doch nicht umgehen, daß gar manche Rußflocke, namentlich beim Aufgeben frischen Materials oder bei unregelmäßigem Betriebe, in Folge des Zuges durch den Schornstein entführt wird, und daß dadurch nicht allein die Ausbeute verringert wird, sondern daß man noch obendrein den größten Unannehmlichkeiten von Seiten seiner Nachbarn ausgesetzt ist, welche sich in der Regel diese Rußbelästigung nicht gefallen lassen. Es ist nicht ganz leicht, hier Abhülfe zu schaffen, denn das Filtriren des Rauches durch grobes Zeug, ehe er die Kammern verläßt, ist nicht überall durchzuführen und auch in mehr als einer Hinsicht ein unvollkommener Behelf. Es ist natürlich in erster Linie erforderlich, daß der Schornstein mit einem gut gearbeiteten Registerschieber versehen ist, um den Zug in den Kammern genau reguliren zu können. Aber dies hilft doch nicht vollkommen, und wenn die Fabrik sich in unmittelbarer Nähe von menschlichen Wohnungen befindet, wird man bald Beschwerden hören.

Mit großer Vollkommenheit sahen wir die Beseitigung des Rußauswurfes in einer Fabrik durchgeführt, die sich inmitten einer verkehrsreichen Stadt befindet. Diese Fabrik besitzt für ihren anderweitigen Fabrikbetrieb einen Dampfkessel, und

führt die Rauchgase aus ihren Rußkammern vermittelst eines Canals unter die Feuerung desselben. Durch sorgfältig gearbeitete Schieber in diesen Canälen läßt sich der Zug genau reguliren. Etwa mitgerissene Rußflocken werden durch das Kesselfeuer vollkommen verbrannt und aus dem Dampfschornstein entweicht ein Rauch von durchaus normaler Beschaffenheit. Die Fabrik hat dadurch erreicht, daß Beschwerden wegen Belästigung der Nachbarschaft bei ihr überhaupt noch nicht eingelaufen sind, und hat außerdem den Bau eines besonderen Kamins für die Rußöfen erspart.

Nicht alle Fabriken befinden sich in der Lage, über eine Dampfkesselanlage zu verfügen, und für diese wird es natürlich schwieriger, das Problem zu lösen. Eine gewöhnliche Feuerung besitzt nicht den nöthigen Zug, um die Gase aus dem Kammersystem anzusaugen, und man ist daher gezwungen, die Rußflocken auf mechanischem Wege aus dem entweichenden Rauche zu entfernen. Dieser Zwang hat aber auch seine gute Seite, indem man dadurch in die Lage versetzt wird, diesen Ruß, dessen Quantität durchaus nicht unbeträchtlich ist, zu sammeln und zu verwerthen.

Man hat mancherlei Vorrichtungen getroffen, welche den beabsichtigten Zweck mit mehr oder minder großer Vollkommenheit erreichen. Die Fabriken des badischen Schwarzwaldes und auch andere bedienen sich grobmaschiger Stoffe von Jute, durch welche die abgehenden Rauchgase noch einer letzten Filtration unterzogen werden, bevor sie ins Freie gelangen. Wenn auch die Wirkung dieser Vorrichtung eine ziemlich vollkommene ist, so ist sie doch mit manchem Nachtheil verknüpft, der eine Verbesserung als wünschenswerth erscheinen läßt. Zunächst sind diese Stoffe einer raschen Zerstörung ausgesetzt und müssen häufig erneuert werden; dann setzen sich aber während des Betriebes die Maschen mit Rußflocken zu, wodurch eine empfindliche Störung im Zuge der Oefen hervorgerufen wird, und eine Verunreinigung des Rußes durch Schweelproducte nicht zu vermeiden ist. Durch häufiges Erschüttern des Tuches kann man zwar diesem Umstande vorbeugen, aber gänzlich beseitigen läßt er sich nicht, weil der Stoff mit fortschreitender Arbeit undurchlässiger wird.

Man hat auch versucht, das Tuch durch ein Drahtgewebe zu ersetzen, das man in Form einer Wand gegen das Ende der letzten Kammer angebracht und mit Abklopfvorrichtung versehen hat. Auch hier wurde die gleiche Erfahrung gemacht: der Ruß setzt sich nach und nach zwischen den Maschen fest, fällt beim Klopfen nicht ab, wodurch Störungen im Betriebe verursacht werden.

Von befriedigender Wirksamkeit erwies sich eine Fangvorrichtung, welche in Form einer Jalousie am letzten Ende des Kammersystems angebracht war. Dies war in der Weise ausgeführt, daß man wenige Meter vor der Mündung zum Schornstein eine Mauer aufführte, in deren oberen Theil eine Oeffnung von etwa einem Quadratmeter Fläche ausgespart war. Diese nahm einen eisernen Rahmen von denselben Dimensionen auf, in welchem an Zapfen 10 Stück schmiedeeiserne Bleche von je 50 cm Breite in Abständen von je 10 cm in horizontaler Anordnung befestigt waren. Die Bleche waren in den Zapfen drehbar und mit einer eisernen Führung nach Art der Jalousien mit einander verbunden. Dadurch wurde erzielt, daß man die Oeffnung beliebig weit einstellen konnte. Die

Stellung der Jalouſie ergiebt ſich aus der beiſtehenden Fig. 14, und ihre Wirkung iſt die folgende: Die noch mit wenig Rußflocken beladenen Rauchgaſe treffen in der Pfeilrichtung auf die nach abwärts gerichteten Bleche der Jalouſie, und werden dadurch von ihrer Richtung abgelenkt. Die ſchwereren Rußflocken prallen an den Blechen ab und fallen außerhalb der Kammer zu Boden, während die entrußten Rauchgaſe, ohne daß eine Störung im Zuge erfolgt, durch den Schornſtein entweichen. Es braucht wohl nicht beſonders hervorgehoben zu werden, daß man den Abgang nach dem Kamin an der höchſten Stelle der Kammer anbringt, um dadurch zu verhüten, daß in dem unteren Theil der kleinen Vorkammer die Luft in Bewegung geräth und den bereits abgeſchiedenen Ruß wieder aufwirbelt, wodurch die Wirkung dieſer Fangvorrichtung illuſoriſch würde.

Fig. 14.

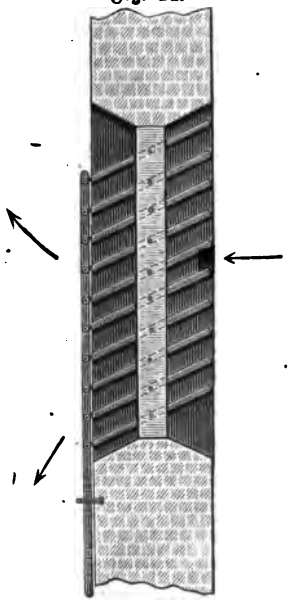
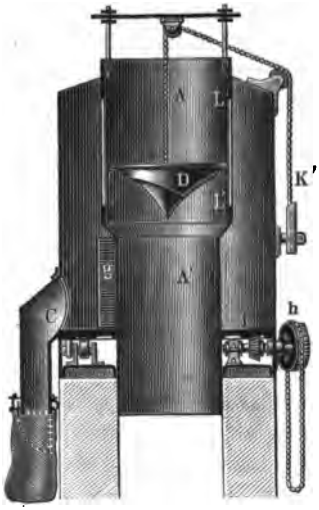


Fig. 15.



In vollkommenerer Weiſe läßt ſich die Rußabſcheidung ohne Zweifel nach dem geiſtvollen Syſtem Dr. Werner Siemens', dem Spiraldeflector, erreichen. Dieſe treffliche Idee des genialen Erfinders iſt, wie ſo manche andere, die Frucht zwingender Verhältniſſe, welche eintraten, als ihm durch die Polizei der Betrieb ſeiner Eiſengießerei wegen des Rußauswurfs der Schornſteine inhibirt worden war. Der leitende Gedanke dieſes Syſtems iſt der, die Rauchgaſe eine Spirale paſſiren zu laſſen, wodurch ſie in eine centrifugale Bewegung gerathen; die mitgeführten kleineren Rußtheilchen vereinigen ſich hierbei zu größeren Flocken und fliegen in Folge der tangentialen Richtung, mit der ſie die Spirale verlaſſen, gegen das Innere der Wände eines Cylinders, welcher die Spirale umgiebt und als Sammelraum für den abgeſchiedenen Ruß dient. Sie prallen an dieſem ab und fallen zu Boden, während die ſo gereinigten Rauchgaſe oberhalb des Deflectors ins Freie gelangen.

führt die Rauchgase aus ihren Rußkammern vermittelst eines Canals unter die Feuerung desselben. Durch sorgfältig gearbeitete Schieber in diesen Canälen läßt sich der Zug genau reguliren. Etwa mitgerissene Rußflocken werden durch das Kesselfeuer vollkommen verbrannt und aus dem Dampfschornstein entweicht ein Rauch von durchaus normaler Beschaffenheit. Die Fabrik hat dadurch erreicht, daß Beschwerden wegen Belästigung der Nachbarschaft bei ihr überhaupt noch nicht eingelaufen sind, und hat außerdem den Bau eines besonderen Kamins für die Rußöfen erspart.

Nicht alle Fabriken befinden sich in der Lage, über eine Dampfkesselanlage zu verfügen, und für diese wird es natürlich schwieriger, das Problem zu lösen. Eine gewöhnliche Feuerung besitzt nicht den nöthigen Zug, um die Gase aus dem Kammersystem anzusaugen, und man ist daher gezwungen, die Rußflocken auf mechanischem Wege aus dem entweichenden Rauche zu entfernen. Dieser Zwang hat aber auch seine gute Seite, indem man dadurch in die Lage versetzt wird, diesen Ruß, dessen Quantität durchaus nicht unbeträchtlich ist, zu sammeln und zu verwerthen.

Man hat mancherlei Vorrichtungen getroffen, welche den beabsichtigten Zweck mit mehr oder minder großer Vollkommenheit erreichen. Die Fabriken des badischen Schwarzwaldes und auch andere bedienen sich grobmaschiger Stoffe von Jute, durch welche die abgehenden Rauchgase noch einer letzten Filtration unterzogen werden, bevor sie ins Freie gelangen. Wenn auch die Wirkung dieser Vorrichtung eine ziemlich vollkommene ist, so ist sie doch mit manchem Nachtheil verknüpft, der eine Verbesserung als wünschenswerth erscheinen läßt. Zunächst sind diese Stoffe einer raschen Zerstörung ausgesetzt und müssen häufig erneuert werden; dann setzen sich aber während des Betriebes die Maschen mit Rußflocken zu, wodurch eine empfindliche Störung im Zuge der Oefen hervorgerufen wird, und eine Verunreinigung des Rußes durch Schweelproducte nicht zu vermeiden ist. Durch häufiges Erschüttern des Tuches kann man zwar diesem Umstande vorbeugen, aber gänzlich beseitigen läßt er sich nicht, weil der Stoff mit fortschreitender Arbeit undurchlässiger wird.

Man hat auch versucht, das Tuch durch ein Drahtgewebe zu ersetzen, das man in Form einer Wand gegen das Ende der letzten Kammer angebracht und mit Abklopfvorrichtung versehen hat. Auch hier wurde die gleiche Erfahrung gemacht: der Ruß setzt sich nach und nach zwischen den Maschen fest, fällt beim Klopfen nicht ab, wodurch Störungen im Betriebe verursacht werden.

Von befriedigender Wirksamkeit erwies sich eine Fangvorrichtung, welche in Form einer Jalousie am letzten Ende des Kammersystems angebracht war. Dies war in der Weise ausgeführt, daß man wenige Meter vor der Mündung zum Schornstein eine Mauer aufführte, in deren oberen Theil eine Oeffnung von etwa einem Quadratmeter Fläche ausgespart war. Diese nahm einen eisernen Rahmen von denselben Dimensionen auf, in welchem an Zapfen 10 Stück schmiedeeiserne Bleche von je 50 cm Breite in Abständen von je 10 cm in horizontaler Anordnung befestigt waren. Die Bleche waren in den Zapfen drehbar und mit einer eisernen Führung nach Art der Jalousien mit einander verbunden. Dadurch wurde erzielt, daß man die Oeffnung beliebig weit einstellen konnte. Die

Stellung der Jalouſie ergiebt ſich aus der beiſtehenden Fig. 14, und ihre Wirkung iſt die folgende: Die noch mit wenig Rußflocken beladenen Rauchgaſe treffen in der Pfeilrichtung auf die nach abwärts gerichteten Bleche der Jalouſie, und werden dadurch von ihrer Richtung abgelenkt. Die ſchwereren Rußflocken prallen an den Blechen ab und fallen außerhalb der Kammer zu Boden, während die entrußten Rauchgaſe, ohne daß eine Störung im Zuge erfolgt, durch den Schornſtein entweichen. Es braucht wohl nicht beſonders hervorgehoben zu werden, daß man den Abgang nach dem Kamin an der höchſten Stelle der Kammer anbringt, um dadurch zu verhüten, daß in dem unteren Theil der kleinen Vorkammer die Luft in Bewegung geräth und den bereits abgeſchiedenen Ruß wieder aufwirbelt, wodurch die Wirkung dieſer Fangvorrichtung illuſoriſch würde.

Fig. 14.

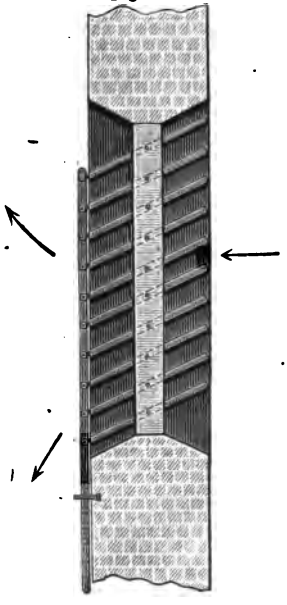
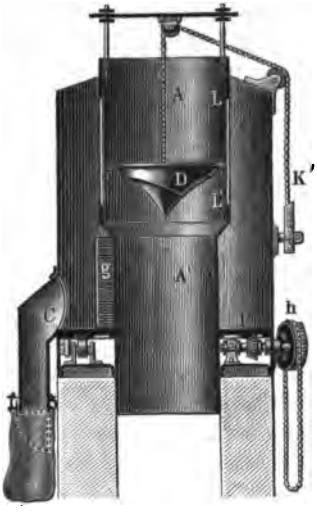


Fig. 15.



In vollkommenerer Weiſe läßt ſich die Rußabſcheidung ohne Zweifel nach dem geiſtvollen Syſtem Dr. Werner Siemens', dem Spiraldeflector, erreichen. Dieſe treffliche Idee des genialen Erfinders iſt, wie ſo manche andere, die Frucht zwingender Verhältniſſe, welche eintraten, als ihm durch die Polizei der Betrieb ſeiner Eiſengießerei wegen des Rußauswurfs der Schornſteine inhibirt worden war. Der leitende Gedanke dieſes Syſtems iſt der, die Rauchgaſe eine Spirale paſſiren zu laſſen, wodurch ſie in eine centrifugale Bewegung gerathen; die mitgeführten kleineren Rußtheilchen vereinigen ſich hierbei zu größeren Flocken und fliegen in Folge der tangentialen Richtung, mit der ſie die Spirale verlaſſen, gegen das Innere der Wände eines Cylinders, welcher die Spirale umgiebt und als Sammelraum für den abgeſchiedenen Ruß dient. Sie prallen an dieſem ab und fallen zu Boden, während die ſo gereinigten Rauchgaſe oberhalb des Deflectors ins Freie gelangen.

Dieses vorzügliche System finden wir bei allen guten Constructionen von Rußfängern wieder, so auch bei den der Firma H. Schomburg u. Söhne in Berlin patentirten Apparaten, die wir hier ausführlicher besprechen wollen, weil sie für die Zwecke der Rußfabrikation die geeignetsten sein dürften. Die genannte Firma fertigt die Apparate entweder zum Anbringen auf dem Schlote, oder zur Einschaltung am Fuße des Schornsteins, zwischen diesem und dem Fuchs. Einen Apparat der ersteren Art zeigt Fig. 15 (a. v. S.) im Durchschnitt. Durch eine Röhre A' werden die Rauchgase dem Deflector D zugeführt, welcher in dem mit Oeffnungen LL' versehenen Cylinder A montirt ist. Der ganze Apparat befindet sich in einem weiteren Cylinder mit Entleerungsrohr C, dessen Boden f durch Kettenzug h von unten auf Rollen drehbar ist; g ist eine Scheidewand, welche den Zweck hat, den Ruß vor der Oeffnung C aufzuhalten, damit er durch dieselbe in einen in der Verlängerung von C angebrachten Sack fällt. Man kann diese Verlängerung der Röhre zweckmäßig an der Außenseite des Kamins bis zu dessen Fuß führen, so daß der ganze Apparat, außer zur richtigen Einstellung des Deflectors, von unten bedient werden kann.

Die Anbringung des Apparates am Fuße des Kamins ergiebt sich aus Fig. 16. Hier ist die Einrichtung getroffen, daß derselbe mit Hülfe der Schieber $S'S''$ und S''' jederzeit ein- und ausgeschaltet werden kann. Wir möchten dieser Anordnung den Vorzug geben, einmal, weil sie einfacher und leichter zugänglich ist, und dann auch, weil sie dadurch, daß die Rauchgase entrußt werden, bevor sie in den Schornstein eintreten, diesen letzteren vor Rußansatz schützen und ein häufiges Fegen desselben unnöthig machen.

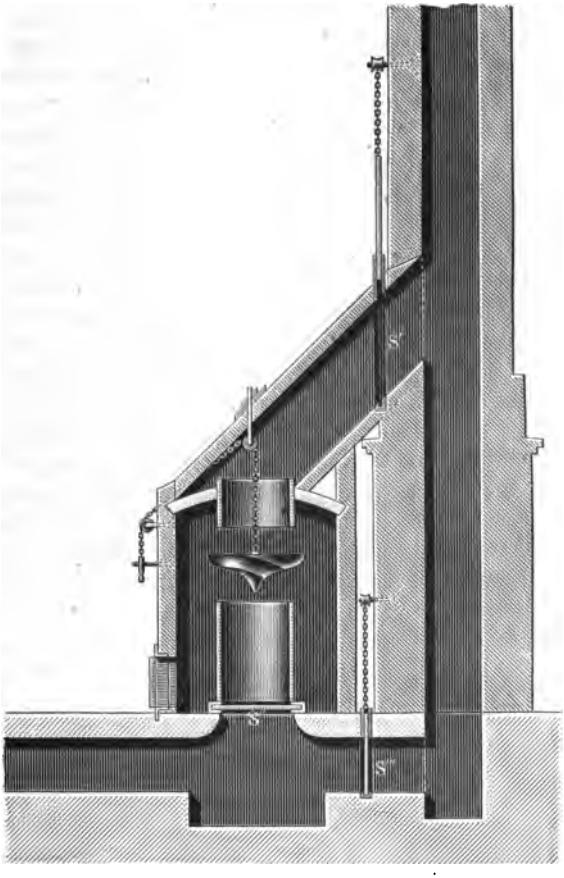
Zuverlässigen Mittheilungen zufolge wird in einer thüringischen Rußfabrik jeder Verlust durch Flug durch eine Einrichtung vollkommen vermieden, welche in einem Wasserabschluß bestehen soll. Auf welche Weise der Gegendruck der Absperrflüssigkeit überwunden wird, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden, vermuthlich durch Saugen vermittelst eines hohen Schlotes. Da der Ruß von Wasser nicht benetzt wird, so scheint uns auch dessen Abscheidung auf diesem Wege, ohne anderweitige Hülfsmittel, nicht ganz außer Zweifel zu stehen.

Wir müssen schließlich an dieser Stelle noch neuerer Bestrebungen zur Entrußung der Rauchgase gedenken, welche, obzwar für den vorliegenden Fall noch nicht technisch erprobt, doch die Aufmerksamkeit technischer Kreise in hohem Maße in Anspruch nehmen. Lodge in Liverpool fand, daß hochgespannte elektrische Entladungen einer statischen Maschine die Eigenschaft besitzen, Dampf und Rauch jeder Art zu condensiren. Von dieser Erfindung hat die Firma Walker Parker u. Co.[1]), eine der größten Firmen Englands, praktische Anwendung gemacht, um die schädlichen Bleidämpfe zu condensiren, und zwar mit dem größten Erfolge, denn nicht nur wurde der Gesundheitszustand ihrer Arbeiter ein viel besserer, sondern es wurde auch eine merkliche Ersparniß in der Fabrikation constatirt. Um diese Erscheinung zu demonstriren, construirte die Firma King, Mendham u. Co.[2]) in Bristol einen einfachen Apparat, mit Hülfe dessen man

[1]) D. R.-P. Nr. 32861 vom 27. Februar 1885. Chem. Ind. 1885, S. 356. — [2]) Industries, 1886, 1, 471. Durch „Chemiker-Ztg." Rep. 1886, S. 245.

ſich leicht von der Wirkungsweiſe überzeugen kann. Derſelbe beſteht aus einer Glasglocke, in welche von oben eine Meſſingſtange hineinragt, die oben mit einer Kugel und unten mit einer Spitze verſehen iſt. Der Stange gegenüber iſt eine zweite Meſſingſtange angebracht; jede dieſer Meſſingſtangen ſoll mit einer Elektrode einer Elektriſirmaſchine in Verbindung geſetzt werden. Unterhalb der auf drei Füßen ruhenden Glasglocke befindet ſich ein cylindriſches Metallkäſtchen, in

Fig. 16.



welchem der Rauch erzeugt wird. Man giebt rauchendes Packpapier, Zunder oder dergleichen in das Käſtchen und ſtellt, wenn ſich die Glocke mit Rauch gefüllt hat, die elektriſche Verbindung her; der Rauch geräth zuerſt in ſchnelle Bewegung, verſchwindet dann und die Glasglocke wird wieder vollkommen klar.

Wir haben auch dieſer Beſtrebungen in ausführlicherer Weiſe gedacht, weil ſie allem Anſchein nach berufen ſind, in der Rußfabrikation eine Rolle zu ſpielen. Sollte es ſich dabei auch nur um eine letzte Condenſation der mitgeriſſenen Rußtheilchen handeln, ſo iſt die Sache doch wichtig genug, um von jedem einſichtsvollen

Rußfabrikanten in Erwägung gezogen zu werden. Auf der einen Seite ist es die Aussicht auf eine bessere Ausbeute, die ihn zu Versuchen in dieser Richtung anregen sollte, während er auf der anderen Seite sich durch eine vollkommene Ausnutzung seiner Rußgase manche Klagen und Widerwärtigkeiten von Seiten seiner Nachbarn ersparen könnte.

Nachdem wir so die verschiedenen in Anwendung befindlichen Einrichtungen zur Fabrikation von Kienruß kennen gelernt haben, erübrigt uns noch, über die Ausführung der Condensationskammern einige Worte hinzuzufügen.

Wir haben in Vorstehendem schon mehrfach Veranlassung genommen, darauf hinzuweisen, daß sich unter allen Umständen die Ausführung derselben in Mauerwerk empfiehlt. Obgleich eine derartige Anlage begreiflicher Weise ziemlich kostspielig ist, so bietet sie doch eine so große Anzahl von beachtenswerthen Vortheilen, daß der Kostenpunkt doch erst in zweiter Linie zu berücksichtigen sein wird. Nicht der geringste davon ist die absolute Feuersicherheit der ganzen Einrichtung, welche bei Kammern von Holzwerk zum mindesten sehr problematisch ist. Zudem gestatten letztere nicht eine forcirte Benutzung und geben Veranlassung zu mancherlei Reparaturen und Betriebsstörungen, welche gleichzeitig nicht ohne nachtheiligen Einfluß auf die Güte des Fabrikates bleiben. Dieselben Vortheile wie ein Kammersystem aus Stein in Bezug auf Feuersicherheit und Dauerhaftigkeit würde natürlicher Weise auch ein solches von Eisen, z. B. Wellblech, bieten, doch ist anzunehmen, daß sich dieses nicht bewähren dürfte, und zwar einestheils deshalb, weil an den glatten Flächen des Metalls der Ruß sich weniger leicht abscheidet, und weil andererseits die Wärmeleitung desselben eine so große ist, daß sich ein großer Theil des bei der Verbrennung gebildeten Wasserdampfes condensiren, und die Qualität des Rußes verringern würde. Letzterem Uebelstande ließe sich allerdings durch Ueberkleiden der Wände mit einem Mantel von Wärmeschutzmasse begegnen.

Diesen Uebelständen ist man nun bei Anwendung steinerner Condensationskammern gänzlich überhoben. Die rauhen Wände derselben bieten den Rußgasen eine geeignete Fläche dar, an denen der Ruß sich festsetzen und zu größeren Flocken vereinigen kann, die dann bei größerer Schwere sich wieder ablösen und zu Boden fallen. Gleichzeitig bieten sie aber den Vortheil, daß sie, einmal durchwärmt, für lange Zeit warm bleiben und so den Wasserdampf verhindern, sich zu condensiren. Es ist indessen nicht gleichgültig, wie der Verputz im Inneren der Kammern ausgeführt wird.

Man findet in einigen Werken angegeben, daß man den Boden der Kammern zweckmäßig mit einer glatten Cementschicht, die Seitenwände und Gewölbe derselben aber mit einem rauhen Mörtelbewurf versehen soll. Dies letztere ist indessen durchaus zu verwerfen. Der Mörtelbewurf haftet nämlich in Folge der Temperaturschwankungen beim Heizen und Abkühlen des Ofens durchaus nicht so fest, daß nicht ab und zu davon kleine Theilchen abfallen und den Ruß verunreinigen. Auch ist die Gefahr vorhanden, daß während des Ausräumens durch Unachtsamkeit der Arbeiter ꝛc. Theile davon abgestoßen werden. Man kann sich aber leicht denken, welch' mißliche Folgen das Vorhandensein von Sand und derartigen Körpern im Ruß bei seiner Verwendung zur Lackleder-, Wachstuch- oder Buntpapierfabrikation nach sich ziehen kann.

Es empfiehlt sich daher die nachfolgende Ausführung, die sich in der Praxis bestens bewährt hat. Nach Fertigstellung des Rohbaues der Gewölbe wird zwischen sämmtlichen Fugen derselben und der Seitenwände der Mörtel auf etwa einen Centimeter Tiefe durch geeignete Instrumente herausgekratzt. Nachdem dies geschehen und die Wände mit Hülfe eines Reiserbesens von anhaftenden Sand- und Mörteltheilchen möglichst gereinigt worden sind, wird der ganze Bau mit dickem Cementmörtel ausgefugt, so daß überall die Steine bloß liegen und nur die Fugen verstrichen sind. Jetzt erst legt man den Plattenboden auf eine Schicht von Kohlenasche oder trockenem Sand. Man verwendet hierzu am besten Backsteine, die man flach in den Mörtel derart neben einander setzt, daß zwischen denselben breitere Fugen von etwa $^1/_2$ cm Breite bleiben. Der ganze Boden wird hierauf mit einem gleichmäßigen dünnen Cementguß versehen.

Man wird bei jeder neu angelegten Rußfabrik die Beobachtung machen, daß der zu Anfang des Betriebes derselben gewonnene Ruß von schlechter Qualität ist und erst nach und nach eine den Anforderungen entsprechende Waare erhalten wird. Dies rührt davon her, daß der Bau im Inneren, selbst wenn er durch mehrmonatliches Stehen anscheinend trocken ist, immer noch Feuchtigkeit einschließt, welche von den heißen Feuergasen zur Verdampfung gebracht wird und dadurch dieselben abkühlt. Hierdurch werden aber zwei Mißstände geschaffen, welche beide im Verein die Ursache der schlechten Qualität der ersten Producte sind. Durch die Abkühlung werden zunächst die Rußgase in ihrer Geschwindigkeit gestört, der Zug beeinflußt und hierdurch dem Brennmaterial Veranlassung gegeben zu schweelen, also unverbrannte Destillationsproducte zu liefern; dann befindet sich der Wasserdampf in zu langer Berührung mit dem Ruß, welcher diesen sowie die Destillationsproducte lebhaft absorbirt und dadurch schmierig wird. Außerdem veranlaßt die durch den Wasserverlust und die Wärmewirkung verursachte innere Bewegung in der Masse des Mauerwerks das Ablösen zahlreicher Sandkörnchen, welche sich dem Ruß beimengen und ihn für die gewöhnlichen Verwendungen unbrauchbar machen.

Da dieser Mißstand auf keine andere Weise zu beseitigen ist, so fährt man am besten, wenn man bis zur Trockenstellung des Baues ein minderwerthiges Material verbrennt. Der dabei gewonnene Ruß wird ohne weitere Behandlung in Fässer gepackt und findet unter der Bezeichnung „Schmutzruß“ willige Abnehmer unter den Fabrikanten von künstlichen Düngern.

Der Ruß, wie er aus den Kammern kommt, selbst wenn dieselben auch noch so lange im Gebrauch und vorzüglich im Stande sind, ist indessen nicht direct für alle Zwecke zu gebrauchen. Für feinere Arbeiten, namentlich für Lackleder-, Buntpapier- und Rahmenfabriken, muß derselbe absolut frei von Sand ꝛc. sein. Man ist daher für diese Zwecke genöthigt, ihn noch besonderen Manipulationen zu unterwerfen, um ihn ganz rein zu bekommen.

Man bedient sich hierzu eines Ventilators von ziemlicher Geschwindigkeit, in welchen man den Ruß mittelst einer Schaufel einträgt. Derselbe nimmt dabei eine rotirende Bewegung an, und wird von dem erzeugten Winde in eine hölzerne große Kammer getragen, worin er sich absetzt, während die ihn verunreinigenden schweren Körper in Folge der Centrifugalkraft am Ende des Ventilators in einen

Rußfabrikanten in Erwägung gezogen zu werden. Auf der einen Seite ist es die Aussicht auf eine bessere Ausbeute, die ihn zu Versuchen in dieser Richtung anregen sollte, während er auf der anderen Seite sich durch eine vollkommene Ausnutzung seiner Rußgase manche Klagen und Widerwärtigkeiten von Seiten seiner Nachbarn ersparen könnte.

Nachdem wir so die verschiedenen in Anwendung befindlichen Einrichtungen zur Fabrikation von Kienruß kennen gelernt haben, erübrigt uns noch, über die Ausführung der Condensationskammern einige Worte hinzuzufügen.

Wir haben in Vorstehendem schon mehrfach Veranlassung genommen, darauf hinzuweisen, daß sich unter allen Umständen die Ausführung derselben in Mauerwerk empfiehlt. Obgleich eine derartige Anlage begreiflicher Weise ziemlich kostspielig ist, so bietet sie doch eine so große Anzahl von beachtenswerthen Vortheilen, daß der Kostenpunkt doch erst in zweiter Linie zu berücksichtigen sein wird. Nicht der geringste davon ist die absolute Feuersicherheit der ganzen Einrichtung, welche bei Kammern von Holzwerk zum mindesten sehr problematisch ist. Zudem gestatten letztere nicht eine forcirte Benutzung und geben Veranlassung zu mancherlei Reparaturen und Betriebsstörungen, welche gleichzeitig nicht ohne nachtheiligen Einfluß auf die Güte des Fabrikates bleiben. Dieselben Vortheile wie ein Kammersystem aus Stein in Bezug auf Feuersicherheit und Dauerhaftigkeit würde natürlicher Weise auch ein solches von Eisen, z. B. Wellblech, bieten, doch ist anzunehmen, daß sich dieses nicht bewähren dürfte, und zwar einestheils deshalb, weil an den glatten Flächen des Metalls der Ruß sich weniger leicht abscheidet, und weil andererseits die Wärmeleitung desselben eine so große ist, daß sich ein großer Theil des bei der Verbrennung gebildeten Wasserdampfes condensiren, und die Qualität des Rußes verringern würde. Letzterem Uebelstande ließe sich allerdings durch Ueberkleiden der Wände mit einem Mantel von Wärmeschutzmasse begegnen.

Diesen Uebelständen ist man nun bei Anwendung steinerner Condensationskammern gänzlich überhoben. Die rauhen Wände derselben bieten den Rußgasen eine geeignete Fläche dar, an denen der Ruß sich festsetzen und zu größeren Flocken vereinigen kann, die dann bei größerer Schwere sich wieder ablösen und zu Boden fallen. Gleichzeitig bieten sie aber den Vortheil, daß sie, einmal durchwärmt, für lange Zeit warm bleiben und so den Wasserdampf verhindern, sich zu condensiren. Es ist indessen nicht gleichgültig, wie der Verputz im Inneren der Kammern ausgeführt wird.

Man findet in einigen Werken angegeben, daß man den Boden der Kammern zweckmäßig mit einer glatten Cementschicht, die Seitenwände und Gewölbe derselben aber mit einem rauhen Mörtelbewurf versehen soll. Dies letztere ist indessen durchaus zu verwerfen. Der Mörtelbewurf haftet nämlich in Folge der Temperaturschwankungen beim Heizen und Abkühlen des Ofens durchaus nicht so fest, daß nicht ab und zu davon kleine Theilchen abfallen und den Ruß verunreinigen. Auch ist die Gefahr vorhanden, daß während des Ausräumens durch Unachtsamkeit der Arbeiter ꝛc. Theile davon abgestoßen werden. Man kann sich aber leicht denken, welch' mißliche Folgen das Vorhandensein von Sand und derartigen Körpern im Ruß bei seiner Verwendung zur Lackleder-, Wachstuch- oder Buntpapierfabrikation nach sich ziehen kann.

Es empfiehlt sich daher die nachfolgende Ausführung, die sich in der Praxis bestens bewährt hat. Nach Fertigstellung des Rohbaues der Gewölbe wird zwischen sämmtlichen Fugen derselben und der Seitenwände der Mörtel auf etwa einen Centimeter Tiefe durch geeignete Instrumente herausgekratzt. Nachdem dies geschehen und die Wände mit Hülfe eines Reiserbesens von anhaftenden Sand- und Mörteltheilchen möglichst gereinigt worden sind, wird der ganze Bau mit dickem Cementmörtel ausgefugt, so daß überall die Steine bloß liegen und nur die Fugen verstrichen sind. Jetzt erst legt man den Plattenboden auf eine Schicht von Kohlenasche oder trockenem Sand. Man verwendet hierzu am besten Backsteine, die man flach in den Mörtel derart neben einander setzt, daß zwischen denselben breitere Fugen von etwa $^1/_2$ cm Breite bleiben. Der ganze Boden wird hierauf mit einem gleichmäßigen dünnen Cementguß versehen.

Man wird bei jeder neu angelegten Rußfabrik die Beobachtung machen, daß der zu Anfang des Betriebes derselben gewonnene Ruß von schlechter Qualität ist und erst nach und nach eine den Anforderungen entsprechende Waare erhalten wird. Dies rührt davon her, daß der Bau im Inneren, selbst wenn er durch mehrmonatliches Stehen anscheinend trocken ist, immer noch Feuchtigkeit einschließt, welche von den heißen Feuergasen zur Verdampfung gebracht wird und dadurch dieselben abkühlt. Hierdurch werden aber zwei Mißstände geschaffen, welche beide im Verein die Ursache der schlechten Qualität der ersten Producte sind. Durch die Abkühlung werden zunächst die Rußgase in ihrer Geschwindigkeit gestört, der Zug beeinflußt und hierdurch dem Brennmaterial Veranlassung gegeben zu schweelen, also unverbrannte Destillationsproducte zu liefern; dann befindet sich der Wasserdampf in zu langer Berührung mit dem Ruß, welcher diesen sowie die Destillationsproducte lebhaft absorbirt und dadurch schmierig wird. Außerdem veranlaßt die durch den Wasserverlust und die Wärmewirkung verursachte innere Bewegung in der Masse des Mauerwerks das Ablösen zahlreicher Sandkörnchen, welche sich dem Ruß beimengen und ihn für die gewöhnlichen Verwendungen unbrauchbar machen.

Da dieser Mißstand auf keine andere Weise zu beseitigen ist, so fährt man am besten, wenn man bis zur Trockenstellung des Baues ein minderwerthiges Material verbrennt. Der dabei gewonnene Ruß wird ohne weitere Behandlung in Fässer gepackt und findet unter der Bezeichnung „Schmutzruß“ willige Abnehmer unter den Fabrikanten von künstlichen Düngern.

Der Ruß, wie er aus den Kammern kommt, selbst wenn dieselben auch noch so lange im Gebrauch und vorzüglich im Stande sind, ist indessen nicht direct für alle Zwecke zu gebrauchen. Für feinere Arbeiten, namentlich für Lackleder-, Buntpapier- und Rahmenfabriken, muß derselbe absolut frei von Sand ꝛc. sein. Man ist daher für diese Zwecke genöthigt, ihn noch besonderen Manipulationen zu unterwerfen, um ihn ganz rein zu bekommen.

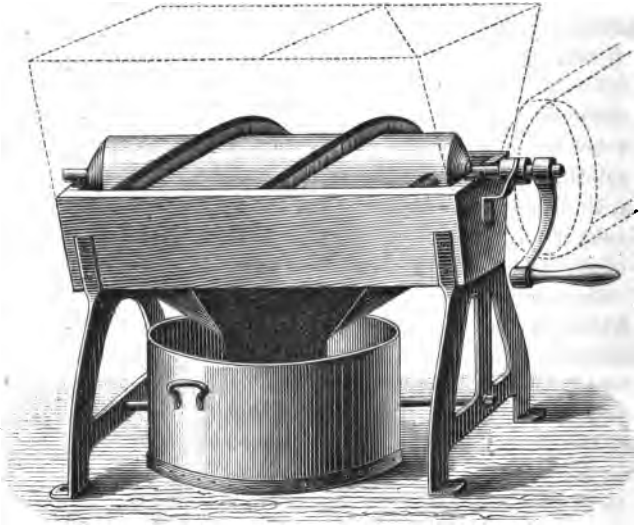
Man bedient sich hierzu eines Ventilators von ziemlicher Geschwindigkeit, in welchen man den Ruß mittelst einer Schaufel einträgt. Derselbe nimmt dabei eine rotirende Bewegung an, und wird von dem erzeugten Winde in eine hölzerne große Kammer getragen, worin er sich absetzt, während die ihn verunreinigenden schweren Körper in Folge der Centrifugalkraft am Ende des Ventilators in einen

Kasten geschleudert werden, aus welchem sie von Zeit zu Zeit durch einen Schieber entfernt werden können.

Meistens wird indessen diese, keineswegs angenehme, Manipulation umgangen und der Ruß einfach durch ein feines Sieb geschlagen. Dies ist wegen der geringen Schwere der Rußflocken keine kleine Arbeit. Sie kann aber sehr vereinfacht werden, wenn man sich statt des Handsiebes einer Sieb- und Sichtmaschine mit sogenannter Bürstenwalze von A. Zemsch in Wiesbaden bedient.

Dieser sinnreiche Apparat (Fig. 17) besteht aus einer halbkreisförmigen Rinne von feinem Drahtgeflecht, in welcher sich eine hölzerne Walze, die in schraubenförmiger Anordnung mit Schweinsborsten besetzt ist, dermaßen dreht, daß die Bürsten immer die Maschen des Siebes streichen und, falls sie verstopft sind,

Fig. 17.



dieselben reinigen. Diese Walze versieht gleichzeitig die Dienste einer Transportschnecke, indem sie den Ruß über die ganze Fläche des Siebes weiter führt, ihn quasi durch die Maschen hindurchdrückt und die Verunreinigungen seitlich herausbefördert. Der Antrieb kann sowohl per Hand, wie auch durch Maschinenkraft erfolgen. Man stellt diese Maschine zweckmäßig über einen größeren Verschlag von Brettern, worin der gesiebte Ruß gesammelt und verpackt wird.

Ein derartig behandelter Ruß, sowie vielfach auch jener der letzten Kammern des Systems geht im Handel unter der Bezeichnung „ventilirter Ruß“ und findet, wie erwähnt, zu feineren Arbeiten Verwendung.

Der auf die eine oder andere Weise, sei es auch mit Beobachtung der äußersten Vorsicht, erzeugte Ruß ist nun noch lange kein reiner Kohlenstoff. Er enthält noch wechselnde Mengen von Destillationsproducten, welche der Verbrennung entgangen und vom Ruß in den Kammern absorbirt worden sind. Er zeigt in Folge dieser Beimengungen eine ins Bräunliche gehende Färbung, die besonders dann

deutlich hervortritt, wenn man den Ruß mit einigen Tropfen Spiritus, Benzol oder Terpentinöl auf einem weißen Bogen Papier anreibt und die Strichfläche trocknen läßt. Diese Flüssigkeiten haben die Fähigkeit, jene Destillationsproducte aufzulösen, und es wird sich daher, da dieselben das Papier durchdringen, auf der Rückseite des letzteren ein mehr oder minder starker, bräunlicher Durchschlag zeigen. Auch um den äußeren Rand der Strichfläche bildet sich ein braun gefärbter Ring.

Man hat von der Lösungsfähigkeit der erwähnten Agentien für die brenzlichen Producte im Ruß zur Reinigung desselben Gebrauch gemacht, ist aber bald in Folge ihrer unvollständigen Wirkung und der Kostspieligkeit des Verfahrens wieder davon abgegangen.

So hat namentlich Runge[1]) den Spiritus zur Reinigung des Kienrußes empfohlen, und zieht sogar dieses Verfahren dem später zu beschreibenden Ausglühen vor, weil die Leichtigkeit des Kienrußes große Gefäße nothwendig mache und daher viel Brennstoff erfordere. Zudem sei das genaue Verschließen dieser Gefäße schwierig, aber um so nöthiger, weil sonst viel Farbstoff verbrenne. Ein solcher mit Spiritus gereinigter Kienruß ist dichter und zusammenhängender, als der gewöhnliche und nimmt in Folge dessen auch einen kleineren Raum ein. Dazu kommt, daß er sehr leicht Wasser annimmt, und man deshalb nicht nöthig hat, Weingeist anzuwenden, um ihn, wie man zu sagen pflegt, zu löschen.

Späterhin benutzte man starke Natronlauge zum Ausziehen des Rußes, und hat auf diese Weise in der That den Ruß in chemisch reinem Zustande als amorphen Kohlenstoff erhalten. Man muß diese Manipulation indessen so lange wiederholen, bis die Natronlauge beim Filtriren der kochenden Mischung nicht mehr gefärbt abläuft, und schließlich den Rückstand wiederholt mit Königswasser auskochen. Neuerdings hat C. Köchlin[2]) ein Verfahren der Reinigung angegeben, das in der Behandlung desselben mit concentrirter Schwefelsäure besteht. Der Ruß wird mit seinem 10 fachen Gewicht Säure gut angerührt und nach 24 stündiger Berührung in Wasser gegossen, filtrirt und gewaschen. Nach dem Trocknen läßt er sich mit größter Leichtigkeit im Wasser zertheilen und besitzt angeblich alle Eigenschaften der chinesischen Tusche. Die Wirkung der Schwefelsäure beruht darauf, daß sie die dem Ruß anhaftenden brenzlichen Producte zum Theil zerstört, zum Theil in wasserlösliche Sulfosäuren überführt.

Man gelangt auf diese oder jene Weise schließlich zu einem sehr zarten Pulver von tiefster Schwärze, das auf dem Platinblech ohne Rückstand zu hinterlassen und ohne Rauchentwickelung zu Kohlensäure verbrennt. Es ist natürlich nicht Sache der Technik, einen Ruß von so hervorragender Reinheit darzustellen. Ihr ist es nur darum zu thun, den Ruß von möglichst schwarzer Farbe und frei von brenzlichen Producten zu liefern, und es ist auch gelungen, diesen Zweck auf dem weit einfacheren und billigeren Wege einer Calcination bei Luftabschluß zu erreichen.

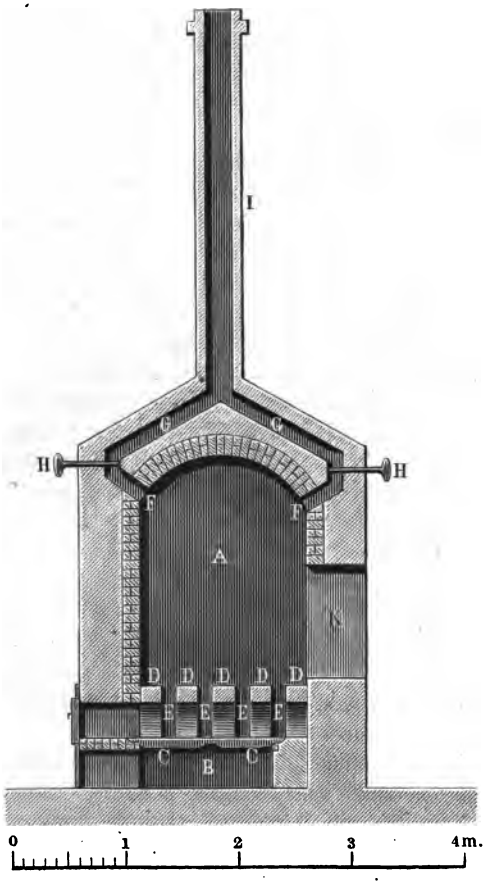
Man hat früher diesen Proceß auf eine höchst einfache Weise ausgeführt; ein mit Ruß gefülltes Faß wurde in die Erde gegraben, und hierauf der obere Deckel abgenommen. Dann wurde vermittelst eines geeigneten Bohrers inmitten

---

[1]) Grundriß der Chemie, I. München 1846, S. 64. — [2]) Deutsche Ind.-Ztg., 1873, S. 128.

der Rußmasse ein bis auf den Boden des Fasses reichender Schacht gebohrt, und in diesen ein mit Terpentinöl getränkter, brennender Wergballen geworfen. Das Faß wurde alsdann lose bedeckt und mehrere Tage sich selbst überlassen. Dabei kam der ganze Inhalt des Fasses ins Glühen, die Schweelproducte verbrannten oder verflüchtigten sich. Es ist klar, daß bei einem dermaßen rohen Verfahren auch eine Menge Ruß verbrennt, und in der That betrug die Gewichtsverminderung der Masse bisweilen mehr als den vierten Theil.

Fig. 18.



Heutzutage wird zum Calciniren des Rußes wohl allgemein eine Einrichtung (Fig. 18) benutzt, welche in Folgendem näher beschrieben ist. In einem schachtartig gemauerten Raume *A* von etwa 3,5 m Höhe mit einem quadratischen Querschnitt von 1,5 qm im Lichten ist nach Belassung eines als Aschenfall dienenden Raumes *B* ein gewöhnlicher Planrost *C* eingemauert, der aus zwei Reihen Stäben von je 50 bis 60 cm Länge besteht; denselben überbrücken in je 25 cm Entfernung fünf einzelne, frei stehende, flache Gewölbebogen *D* aus feuerfestem Material, je 22 cm breit, so daß zwischen den einzelnen Bogen ein Raum *E* von je 10 cm bleibt, durch welchen die Feuergase in den Calcinirraum gelangen können; der zwischen den Bogen und der Wand, an welche sie stoßen, bleibende keilförmige Raum wird bis zur Höhe des Gewölbescheitels aufgemauert, so daß die Oberflächen sämmtlicher Bogen eine Horizontalebene bilden, auf welche in dichter Anordnung 24 Reihen gußeiserner Töpfe von 5 bis 10 mm Wandstärke, 40 cm Höhe und 24 cm Durchmesser, welche mit Ruß gefüllt sind, zu stehen kommen. Diese Töpfe tragen an ihrem Rande einen Falz, in welchen der Boden eines anderen Topfes genau einpaßt, so daß sie sich gegenseitig als Deckel dienen, und nur der oberste Topf einer jeden Reihe mit einem Deckel versehen zu werden braucht.

Die Fugen zwischen den einzelnen Töpfen werden natürlich schon während der Beschickung, welche von zwei Arbeitern in ca. sechs Stunden besorgt wird, mit Lehm gut verstrichen, und auch die Deckel der oberen Töpfe gut verdichtet. Die Besetzung des Ofens erfolgt in der Weise, daß immer eine Topfreihe nach der anderen, natürlich von der Hinterwand des Ofens ausgehend und nach der des Eingangs fortschreitend, aufgesetzt wird.

Nach oben wird der Heizraum durch eine gewölbte Decke aus feuerfesten Steinen abgeschlossen, welche der besseren Wärmevertheilung halber an den vier Ecken je eine Zugöffnung *F* hat, die durch Züge *G* mit Regulirschiebern *H* nach dem Kamin *I* führen. Letzteres wird direct auf den pyramidalen Ueberbau des Gewölbes aufgesetzt, und etwa 3 m in die Höhe geführt.

Das Ein- und Ausräumen der Töpfe geschieht durch eine Arbeitsöffnung *K* in der Wand, die während des Betriebes vermauert ist. Der Ofen wird je nach der Intensität des Feuers in 18 bis 24 Stunden dunkelrothglühend; die Destillationsproducte entweichen aus den Fugen des Verstrichs der Töpfe.

Wenn das Feuer während zwei Tagen gut unterhalten worden ist, ist die Calcinirung beendigt; man darf indessen noch nicht sogleich zum Ausräumen der Töpfe und Auspacken des Rußes übergehen. Der geglühte Ruß besitzt die Eigenschaften eines Pyrophors und verbrennt schon beim Zusammentreffen mit Luft bei einer Temperatur, welche weit unter der Glühhitze liegt. Karsten[1]) hat sogar gefunden, daß der geglühte Ruß in trockener, kohlensäurefreier Luft mit dem Sauerstoff derselben sich schon bei gewöhnlicher Temperatur zu Kohlensäure verbindet und zwar in nicht ganz geringer Menge. Wenn auch in dieser Hinsicht in Rußfabriken noch keine schlimmen Erfahrungen gemacht worden sind, so empfiehlt es sich doch, den Ofen und die Töpfe erst ganz kalt werden zu lassen, ehe man die letzteren herausnimmt. Es genügt hier nicht, die Töpfe so weit abkühlen zu lassen, daß man sie, ohne sich zu verbrennen, anfassen kann, sondern man muß bei geöffneter Arbeitsthür die Topfreihen so lange mit der äußeren Luft in Berührung lassen, bis sie deren Temperatur angenommen haben.

Wir haben an dieser Stelle noch einige Worte über das Packen der Töpfe mit Ruß nachzutragen. Dies ist eine sehr langwierige Arbeit und erfordert viel Uebung von Seiten des damit betrauten Arbeiters. Der Ruß, wie er aus den Kammern kommt, eignet sich wegen des äußerst lockeren Zustandes, in dem er sich befindet, nicht zum Packen in Töpfe; er muß erst in Säcken getreten werden, um die richtige Beschaffenheit zu erlangen. Mehrere Arbeiter führen diese Operation in der Weise aus, daß sie den Ruß in Säcke von dichtem, starkem Gewebe füllen, und ihn unter fortwährendem Nachfüllen darin mit den Füßen niedertreten, bis er sich „geballt“ hat. Dann wird er mit Hülfe von Schaufeln in die Töpfe eingetragen, niedergedrückt und unter einer einfachen Spindelpresse in der aus Fig. 19 (a. f. S.) ersichtlichen Weise festgepreßt. Man füllt wieder Ruß auf und fährt so fort, bis die Töpfe ganz gefüllt sind.

Der in Töpfen calcinirte Ruß bildet eine zusammenhängende leichte Masse,

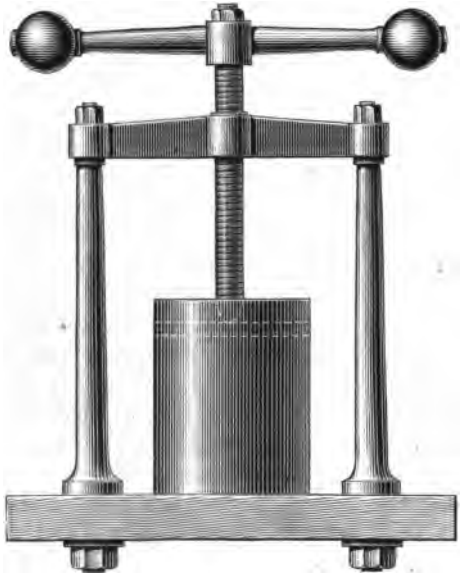
---

[1]) Liebig's und Kopp's Jahresber. f. Chem. 1860, S. 506. Pogg. Ann. CIX, 346. Berl. Akad. Ber. 1860, S. 38. Journ. f. prakt. Chem. LXXIX, 226.

die sich mit größter Leichtigkeit in das feinste Pulver verwandeln läßt. Gewöhnlich wird er in dieser Form, „in Stücken“, in den Handel gebracht, häufig aber auch als Pulver verlangt. In diesem Falle läßt man ihn in der Regel durch ein feines Sieb drücken; eine Mahltrommel, wie wir sie später in dem Capitel „Schwärze“ kennen lernen werden, würde diese Arbeit natürlich rascher und sorgfältiger besorgen.

Manche Fabriken suchen das Pulvern des Rußes nach dem Calciniren zu umgehen, indem sie denselben in die Töpfe nicht so stark einpressen, oder statt des Calcinirens im Topfe die Arbeit in liegenden Röhren ausführen, die sich in passender Einmauerung befinden und in Folge dessen ein starkes Einpressen nicht zulassen. Daß eine derartige Arbeitsweise vortheilhafter sein soll, ist nicht leicht einzusehen, zumal, da man in Folge der lockeren Packung ungleich weniger Material auf einmal in Arbeit nehmen kann, oder mit wesentlich größeren Einrichtungen arbeiten muß.

Fig. 19.



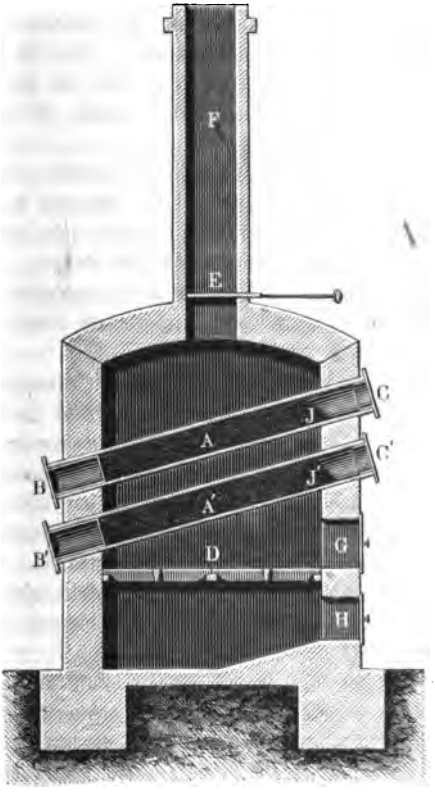
Nach der Ansicht mancher Rußfabrikanten ist der in lockerem Zustande calcinirte Ruß von ungleich besserer Qualität, wie der in Töpfen ausgeglühte, eine Ansicht, der übrigens von anderer, ebenfalls sachverständiger Seite entschieden widersprochen wird. Wie dem auch sei, so viel steht fest, daß das Calciniren des Rußes auch in lockerem Zustande in eingemauerten Cylindern vorgenommen wird, und wir haben daher auch dieses Verfahrens mit wenigen Worten zu gedenken.

Der Proceß wird gewöhnlich in eisernen Röhren AA' ausgeführt, welche über einer Feuerung D in der aus der Fig. 20 ersichtlichen Weise eingemauert sind. Diese Rohre wählt man in der Regel in einer Länge von etwa 2 m bei einem Durchmesser von 15 bis 20 cm. Häufig benutzt man hierzu alte Gas- oder Wasserleitungsröhren und überzieht dieselben außen, so weit sie der Flamme ausgesetzt sind, mit einer dünnen Schicht Lehm, welchem man, damit der Anstrich besser am Eisen hafte, Rindshaare beigemengt hat. Gewöhnlich liegen fünf bis sechs solcher Rohre in einer Reihe, so daß man im Ganzen 10 bis 12 in einem Ofen hat. Die Füllung der Cylinder erfolgt bei C und C', ihre Entleerung nach dem Erkalten bei B und B'. Die Deckel an diesen Oeffnungen bestehen aus gewöhnlichem Eisenblech und sind so gearbeitet, daß sie sich genau der Rohrwandung anschließen. Die bei B und B' reichen bis durch die Wandung der

Einmauerung, um zu verhüten, daß sich an diesen Stellen Ruß befindet, welcher der Einwirkung der Hitze entzogen wird. Die Roststäbe *D* liegen der ganzen Länge und Breite nach durch den Feuerungsraum, damit das Feuer alle Röhren gleichmäßig umspielt. Ein Schieber *E* im Schornstein *F* gestattet ein Reguliren des Zuges und ein Zusammenhalten der Hitze, wenn die Röhren zur Rothgluht gebracht sind.

Man füllt die Röhren übrigens nur bis zur Stelle *J J'* und drückt den Ruß mit einem breiten Stößel sanft fest. Die Deckel bei *B* und *C* werden nach der Füllung rings um ihren vorstehenden Rand mit Lehmbrei luftdicht verstrichen; jene bei *C* haben in ihrer Mitte eine kleine Oeffnung, um den gebildeten Gasen den Ausgang zu gestatten. Man kann bei ihnen das Fortschreiten der Calcination beobachten, und verschließt sie mit dichten Stöpseln, wenn die Röhren erkalten sollen. In diesem Falle öffnet man natürlich auch die Feuerthüren *G* und *H*, sowie den Schieber *E* vollständig, wodurch ein kräftiger Luftzug hergestellt wird, der die Röhren bald auf die gewöhnliche Temperatur bringt. Während der Calcination entweichen aus den Oeffnungen der Deckel bei *C* brennbare Gase, und sobald dies aufgehört hat, und auch durch den Geruch das Auftreten von Gasen nicht mehr zu constatiren ist, kann dieselbe als beendigt betrachtet werden. Bevor man die Röhren entleert, entfernt man vorsichtig allen an den Deckeln anhaftenden Lehm und schiebt dann vermittelst des Stößels den Ruß in Säcke, welche man an der Oeffnung bei *B* befestigt hat.

Fig. 20.



Der Ruß, wie er aus den Kammern gezogen wird, bildet eine mehr oder weniger braunschwarze flockige Masse von ungeheurer Leichtigkeit und eigenthümlichem, sammetartigem Glanz, welcher um so stärker hervortritt, je weniger rein der Ruß ist, d. h. je mehr brenzliche Producte er enthält. Von dem geringen Gewicht eines guten Rußes kann man sich eine Vorstellung machen, wenn wir anführen, daß man durch eine mehrere Fuß hohe Schicht hindurchschreiten kann, ohne einen merklichen

Widerstand zu verspüren. Ist der Ruß von guter Qualität, d. h. ohne größere Mengen von Empyreuma, so fühlt er sich trocken an und läßt sich nicht ballen. Je unreiner er ist, desto leichter läßt er sich zusammendrücken, je reiner er ist, desto schwieriger läßt sich sein Volumen vermindern. Diese Eigenschaft des Rußes macht sich in empfindlicher Weise beim Packen der Waare geltend.

Der Versandt des Rußes geschieht theils in Säcken von wasserdichtem Stoff, theils in hölzernen Tönnchen und Fässern. Wir haben weiter oben beim Füllen der Calcinirtöpfe kurz erwähnt, daß diese Arbeit in der Weise ausgeführt wird, daß man den Ruß zunächst in Säcke füllt, diese zubindet und so lange treten läßt, bis derselbe sich zusammengeballt hat. Man füllt dann immer eine neue Quantität zu und fährt in gleicher Weise fort, bis der Sack voll ist. So verfährt man auch hier, und füllt schließlich die Säcke eventuell in Fässer um. Dies ist eine sehr zeitraubende Arbeit, die aber nicht umgangen werden kann, und für die ein vortheilhafteres Verfahren bis jetzt leider nicht gefunden werden konnte, so wünschenswerth und nutzbringend dies auch wäre.

Eine interessante Eigenschaft des Rußes hat Berthelot[1]) entdeckt. Nach ihm enthält der Ruß geringe Mengen von Graphit, und es bildet sich nach seinen Untersuchungen diese Form des Kohlenstoffs überhaupt, wenn auch in sehr untergeordneter Menge, bei der unvollständigen Verbrennung organischer Körper. Es ist nicht ganz unmöglich, daß dieser Umstand auf die Qualität mancher Rußsorten, für deren eigenthümliche Beschaffenheit man bis jetzt eine befriedigende Erklärung noch nicht gefunden hat, von ganz bestimmtem Einfluß ist.

Eine bekannte Eigenschaft des Rußes ist sein geringes Wärmeleitungsvermögen. Man hat auch hiervon schon Anwendung gemacht. Nach John Lawr. Lee[2]) wird Ruß entweder allein oder in Vermischung mit anderen Wärmenichtleitern, beziehungsweise in abwechselnder Schichtung mit solchen als Schutzmittel für Rohrleitungen (auch unterirdische) und Gefäße zur Verhütung von Wärmeverlusten durch Ausstrahlung und Ableitung, sowie zur Abhaltung von Feuchtigkeit, andererseits auch zur Verhütung von Wärmeeinwirkung angewandt. Die Röhren ꝛc. werden mit breiten, Ruß enthaltenden Schläuchen umwickelt, oder in mit Ruß ausgekleidete Umhüllungen eingebettet, wodurch eine vollkommene Isolirung erreicht wird.

Eine beschränkte Anwendung findet der Ruß in der Färberei und im Zeugdruck. Die Umstände, unter denen sich der Kohlenstoff chemisch abscheidet, sind nicht derartige, daß man davon bei diesen Operationen Gebrauch machen könnte. Auf manchen chinesischen Stoffen findet sich gleichwohl eine graue, nicht durch Albumin fixirte, aus Kohlenstoff bestehende Farbe, deren Natur man noch nicht festgestellt hat. Bei uns dient der Ruß ausschließlich im Zeugdruck zur Darstellung grauer Farbentöne, welche indessen mit Albumin befestigt werden müssen. Rein schwarze Nüancen lassen sich damit nicht erzielen, aber die graue Farbe, welche man mit dem Ruß erhält, ist im Allgemeinen dauerhafter als das Ultra-

---

[1]) Liebig's Jahresber. 1869, S. 240; Zeitschr. f. Chemie 1869, S. 217; Dingl. Journ. CXCIII, 154; Ber. d. d. chem. Ges. 1869, S. 57 und 77. — [2]) D. R.-P. Nr. 20067 vom 17. Mai 1882.

marinblau, mit welch letzterem der Ruß häufig gemischt wird, um ein Schwarz von bläulichem Ton zu liefern.

Eine hervorragende Rolle spielt der Ruß in der Fabrikation der Buchdruckfarben, welche zu ungefähr 25 Proc. daraus bestehen, und in ungeheuren Quantitäten verbraucht werden. Die Ein- und Ausfuhr an Druckerschwärze für das deutsche Zollgebiet betrug seit dem Jahre 1880:

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr
1880	51 600 kg	606 300 kg
1881	52 600 „	657 600 „
1882	47 700 „	709 200 „
1883	37 800 „	865 300 „
1884	38 300 „	839 000 „

Je nach seiner Natur und Herkunft findet der Flammruß natürlich zu sehr verschiedenen Zwecken Verwendung. Ruß aus Kienholz, Harz und Pech, als die gewöhnlichsten Sorten, werden als Anstrichfarbe von Tünchern benutzt; sie finden ferner Verwendung zur Fabrikation gewöhnlicher Wachstuche, zum Vermischen mit künstlichen Düngern, bei der Herstellung von sogenannten Mettlacher Plättchen, zur Erzeugung von Wichse und in der Gummifabrikation. Selten werden diese Ruße in calcinirtem Zustande verbraucht, weil der Zweck ihrer Anwendung dies nicht erheischt. Die Ruße aus Steinkohlentheer und Steinkohlentheerölen sind in der Qualität schon viel feiner und ihre Verwendung hängt von dem Grade ihrer Reinheit ab. So wird z. B. jener aus der sogenannten Feuerkammer, d. i. derjenigen, welche der Feuerstelle am nächsten liegt, weil er in Folge der hohen Temperatur jener Kammer wenig oder gar keine empyreumatischen Stoffe enthält, ausschließlich für Buch- und Steindruckfarben, zur Lackleder- und Leistenfabrikation verwendet, während jener aus den der Feuerstelle entfernter liegenden Kammern, weil er „fetter“ ist und eine größere Deckkraft besitzt, mit Vorliebe in der Fabrikation von Buntpapier, Tapeten, Wachstuch, Imitation japanesischer Waaren 2c. verbraucht wird. In calcinirtem Zustande verwendet man den Oel- und Theerruß nur zu feineren lithographischen Farben, zum Grundiren in Goldleistenfabriken und dergleichen mehr.

Der Preis des Rußes schwankt natürlich sehr mit seiner Qualität. Die gegenwärtigen Durchschnittspreise sind etwa die folgenden:

Kienruß	32	bis	38	Mk. pro	100 kg
Pechruß	50 „		55	„ „	100 „
Theer- und Oelruß, gelb durchschlagend	70 „		80	„ „	100 „
do. do. weiß „	120 „		130	„ „	100 „
do. do. feinst calcinirt	170 „		180	„ „	100 „

Dabei bezahlt man für das Rohproduct folgende Preise:

Theer	1	Mk. bis	1,50	Mk. pr. 100 kg
Oel	4	„		„ 100 „
Pech	1,50	„		„ 100 „,

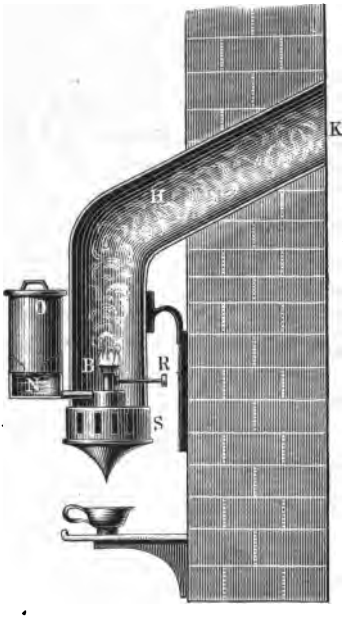
alles ab Fabrik.

4. Die Fabrikation von Lampenruß.

Man versteht unter „Lampenruß“ eine besonders feine Sorte Ruß, welche, wie schon der Name andeutet, gewonnen wird, wenn man geeignete flüssige oder gasförmige Materialien in besonders construirten Lampen verbrennt.

Die einfachste und schon in den frühesten Zeiten gebräuchliche Art der Darstellung von Lampenruß war aus der Erkenntniß hervorgegangen, daß sich ein kalter Gegenstand mit Ruß beschlägt, wenn man ihn über eine leuchtende Flamme hält. Man nahm metallene Deckel und hing dieselben über den rußenden Lampen auf. Sobald die darauf abgesetzte Rußschicht dick genug war, wurden dieselben abwechslungsweise durch andere ersetzt, und unterdessen der abgeschiedene Ruß in Büchsen gesammelt. Diese Art der Darstellung soll neueren Autoren zufolge (vergl. Gentele, Lehrbuch der Farbenfabrikation, II. Aufl., S. 395) noch heute an vielen Orten bei uns ausgeführt werden, und ist auch in China noch in großem Maßstabe in Gebrauch, um aus Kampher den zur Erzeugung der chinesischen Tusche erforderlichen, außerordentlich feinen und zarten Lampenruß zu gewinnen.

Fig. 20.



Es ist klar, daß Arbeit und Materialverlust sehr bald dazu führen mußten, geeignetere Apparate zu construiren, welche ein mehr continuirliches und auch in quantitativer Hinsicht vortheilhafteres Arbeiten gestatten. Im Laufe der Zeit haben sich nun in Folge dieser Bestrebungen zwei Verfahren ausgebildet, welche beide in großartigem Maßstabe betrieben werden und wovon das eine darauf basirt, den Ruß in Kammern abzuscheiden, während das andere auf das ursprüngliche System der Condensation des Rußes an metallischen Flächen zurückgreift, dabei aber ebenfalls ein continuirliches Arbeiten ermöglicht.

Was nun zunächst die Construction der Lampen anbelangt, in welchen die einzelnen Rußmaterialien zur Verbrennung gelangen, so muß dieselbe selbstverständlich eine andere sein, als die unserer gewöhnlichen Leuchtlampen. Während diese den Zweck verfolgen, möglichst viel Kohlenstoff in der Flamme zum Verbrennen zu bringen, handelt es sich hier darum, nur so viel Kohlenstoff verbrennen zu lassen, als unumgänglich nöthig ist, um das Weiterbrennen der Flamme nicht unmöglich zu machen. Ferner ist hier darauf Rücksicht zu nehmen, daß man die

Temperatur der Flamme nicht zu hoch steigen läßt, um ein Verbrennen des bereits ausgeschiedenen Rußes zu vermeiden.

Wir geben in Nachfolgendem die Construction dieser Lampen (Fig. 20) sowie die Beschreibung verschiedener Vorrichtungen, welche zum Speisen derselben im Gebrauche sind. Diese Lampen dienen zum Verbrennen flüssiger Substanzen; es ist selbstverständlich, daß dieselben bei entsprechender Abänderung auch benutzt werden können zum Verbrennen leicht schmelzbarer Stoffe, wie es andererseits auch wohl überflüssig ist, darauf hinzuweisen, daß zum Verbrennen gasförmiger Substanzen die Construction der Brenner eine wesentlich einfachere sein kann.

Die zum Rußbrennen benutzten Lampen haben Flachbrenner und müssen in ein Gehäuse eingeschlossen sein, welches mit einem sehr genau gearbeiteten Registerschieber versehen ist. Um ein zu starkes Erhitzen des Brennmaterials zu verhüten, ist es nothwendig, den Behälter mit dem Brennmaterial außerhalb des Blechmantels anzubringen, mit dem der Brenner umgeben ist.

Der Flachbrenner *B* der Rußlampe steht in der aus Fig. 20 ersichtlichen cylinderförmigen Blechröhre *H*, die, im stumpfen Winkel gekrümmt, nach dem Kammersystem *K* führt, wo sich der Ruß absetzt. Die Form dieses Blechrohrs ist wichtig, sie darf nicht kniefömig im rechten Winkel nach der Kammer führen, weil sich sonst an der hierdurch entstehenden Kante eine Menge Ruß ansetzt, der dann abfällt und theils in der Flamme verbrennt, theils sich auf der unteren Fläche des Blechcylinders ablagert, wodurch der Zug in den Kammern empfindlich gestört wird.

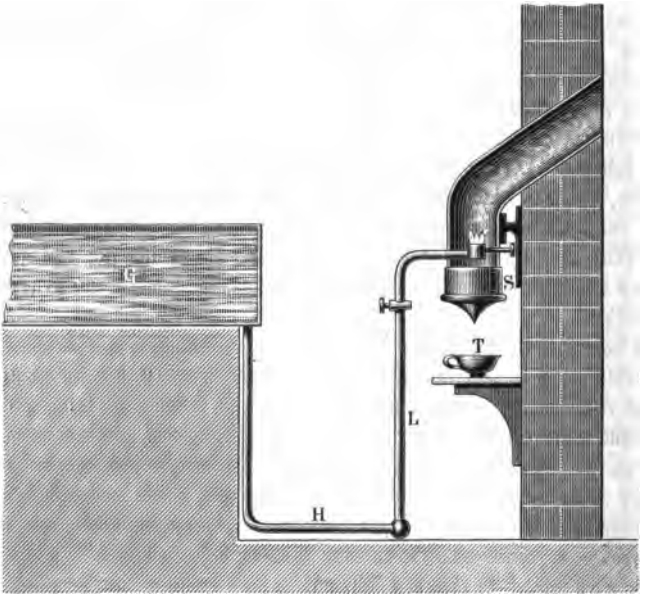
An dem untern Theile der Blechröhre ist der Registerschieber *S* angebracht, welcher leicht drehbar sein muß; je größer man die durch die Umdrehung dieses Schiebers entstehenden Spalten macht, desto mehr Sauerstoff kann zur Flamme dringen und umgekehrt. Man hat also die Leitung der Verbrennung ganz in seiner Gewalt. An einer Stelle des Mantels der Blechröhre ist eine kleine, gut schließende Thür angebracht, welche den Zugang zum Docht vermittelt; ihr gegenüber befindet sich ein kleines Fenster, um die Verbrennung beobachten zu können. Die Schraube *R* dient zum Heben oder Senken des Dochtes.

Die Oelbehälter *O* befinden sich, wie bereits erwähnt, außerhalb des Brennraumes. Bei älteren Lampenconstructionen haben dieselben die Einrichtung, daß der Docht das Brennmaterial auffaugt, was eine große Aufmerksamkeit von Seiten des Arbeiters erfordert. Er muß darauf achten, daß die Behälter stets die nöthige Menge Oel enthalten; übersieht er dies, so kohlt der Docht der Lampe, und es findet, sehr zu Ungunsten des Productes, trockene Destillation statt, welche den Ruß verunreinigt und schmierig macht. Bei der großen Anzahl von Lampen, welche der Arbeiter zu überwachen hat, kann dieser Umstand auch dem zuverlässigsten passiren. Bei der hier abgebildeten Construction findet das Abfließen des Brennmaterials erst dann wieder statt, wenn der Flüssigkeitsspiegel unter die Linie *N* gesunken ist. Sobald etwas Oel verbraucht ist, strömt entsprechend Luft in den Behälter *O*, wofür so lange Brennmaterial ausfließt, bis die Oeffnung *N* durch die Flüssigkeit wieder abgesperrt wird. Diese Construction erfordert dünnflüssige Oele und große Aufmerksamkeit.

Selbst die besten Lampenconstructionen für flüssiges Brennmaterial haben mehr oder weniger Nachtheile aufzuweisen, welche hauptsächlich in der fortwährend nöthigen Reinigung und in den Verlusten an Material zu suchen sind, welche durch das Füllen der Lampen verursacht werden. Diesen Uebelständen hat man theilweise abgeholfen durch Construction einer automatischen Speisevorrichtung für die ganze Anzahl Lampen zugleich. Dadurch hat man erreicht, daß der Arbeiter nur ein einziges Oelgefäß zu überwachen hat, und seine ganze Aufmerksamkeit auf den Brand der Lampen concentriren kann.

Bei Anwendung der automatischen Speisevorrichtung müssen selbstverständlich die einzelnen Lampen unverrückbar festgestellt sein, und die Brenner sämmtlich in

Fig. 21.



einer Horizontalebene liegen. Von jedem Brenner führt ein Rohr *L* ab zu dem gemeinschaftlichen Rohre *H*, welches, mit dem Reservoir *G* communicirend und unter den Lampen hinlaufend, diese fortwährend mit dem nöthigen Oel versieht. Das Reservoir *G* seinerseits ist mit Hülfe eines Schwimmers dermaßen mit einem Vorrathskessel in Verbindung gesetzt, daß aus diesem letzteren stets so viel Oel in ersteres nachfließt, als verbraucht worden ist. Dies erreicht man dadurch, daß man den Schwimmer mit dem Ablaufhahn am Vorrathskessel verbindet; sinkt das Niveau im Reservoir, so öffnet sich automatisch der Hahn. Hat es seine ursprüngliche Höhe wieder erreicht, so ist mit ihm auch der Schwimmer gestiegen und hat den Hahn geschlossen. Es ist hierzu erforderlich, daß dieser Hahn sehr leicht beweglich ist und dennoch dicht schließt, Bedingungen, welche im gegebenen Falle sich allerdings sehr leicht erreichen lassen, da die öligen Flüssigkeiten, welche

man verarbeitet, den Hahn fortwährend schmieren und dieselben an und für sich eine geringe Viscosität besitzen.

Um eine genügende Menge Brennmaterial zuzuführen, ist es erforderlich, daß das Niveau der Flüssigkeiten im Reservoir um ein sehr geringes höher liegt, als die Oeffnung der Brenner überhaupt. Der geringe hydrostatische Druck, der dadurch erzielt wird, genügt, um den Zufluß des Brennmaterials so zu reguliren, daß davon gerade so viel zufließt, als verbrannt wird. Es ist indessen nicht so einfach, diesen Zufluß schon zu Beginn der Arbeit so zu reguliren, daß kein Abtropfen stattfindet, namentlich, wenn man mit einem neuen Brennmaterial arbeitet, dessen Eigenschaften in dieser Beziehung man noch nicht kennt. Für diesen Fall versieht man das untere Ende des Registerschiebers *S* mit einem trichterförmigen Boden, welcher das überlaufende Oel in ein untergestelltes Gefäß *T* sammelt.

Was die Weite der Zuleitungsröhren für das Brennmaterial anbelangt, so richtet sich dieselbe ganz nach der Natur der Oele. Bei Theerölen und überhaupt dünnflüssigen Mineralölen können dieselben ziemlich eng sein; bei dickflüssigen Oelen hingegen empfiehlt es sich, weite Röhren anzuwenden, weil diese Oele in engen Röhren sich zu langsam fortbewegen. Man kann sich in diesem Falle auch der Wärme als Verdünnungsmittel bedienen, denn es ist bekannt, daß dickflüssige Oele in der Wärme viel liquider werden. Es empfiehlt sich daher, das Oelreservoir von abziehenden Feuergasen umstreichen zu lassen, oder, wenn dies aus irgend welchen Gründen nicht ausführbar sein sollte, dasselbe mit einer kleinen Feuerung zu versehen.

Wenn es sich darum handelt, Oele von leichter Entzündbarkeit auf Ruß zu verbrennen, so kann die Construction der Lampen noch eine einfachere sein; man bedarf hier keiner Dochte, und erspart hierdurch ziemlich viel an laufenden Ausgaben. An Stelle der Brenner treten in diesem Falle flache Schalen, denen das Oel durch eine Röhre am Boden zugeführt wird; es ist aber besonders darauf zu achten, daß sich der Inhalt der Schalen nicht so sehr erhitzt, daß ein Theil des Oels verdampft, ohne zu brennen. Deshalb müssen dieselben von einem Kühlmantel umgeben sein, durch den fortwährend kaltes Wasser fließt.

Schließlich verdient noch bemerkt zu werden, daß es zweckmäßig ist, das Oelreservoir nicht in demselben Raume aufzustellen, in welchem die Verbrennung stattfindet, und es auf alle Fälle mit einem dicht schließenden Deckel, der nur ein kleines Luftloch hat, zu versehen. Auf diese Weise vermindert man die Feuergefährlichkeit der Anlage und schützt die Rohrleitungen und Brenner vor Verstopfungen durch Staub und Ruß.

Der mit Hülfe vorstehend beschriebener Verbrennungsvorrichtungen erzeugte Ruß kann nun, wie bereits erwähnt, entweder in einem Kammersystem oder auf kalten Metallflächen condensirt werden. Für ersteren Fall sind dieselben Einrichtungen gebräuchlich, wie sie unter dem Capitel „Flammruß“ eingehend geschildert worden sind. Die Lampen werden in genügender Anzahl in der aus den Figuren 20 und 21 ersichtlichen Weise vor den Kammern angebracht, und der Zug in den letzteren entsprechend regulirt.

Die Construction der Kammern wechselt hier eben so sehr, wie wir dies beim Flammruß gesehen haben, und auch ihre Dimensionen im Verhältniß zur Anzahl

der im Gebrauch befindlichen Lampen sind sehr verschieden. Im Allgemeinen läßt sich sagen, daß bei der Erzeugung von Lampenruß in Kammern eine bessere Condensation stattfindet wie bei Flammruß, weil die Registerschieber an den einzelnen Lampen eine viel bessere Zugregulirung gestatten, wie die Schieber und Feuerthüren großer Feuerungen. Man wird darum die Größenverhältnisse der Kammern beim Lampensystem im Allgemeinen kleiner wählen dürfen.

Ein anderes System der Condensation, das indessen mit dem Kammersystem große Aehnlichkeit hat, ist bei dem Apparate von Martin und Grafton in Anwendung, der in England hauptsächlich im Gebrauch sein und einen sehr guten Ruß liefern soll. Der Apparat besteht der Hauptsache nach aus einer liegenden Röhre, welche an der Seite mit einer größeren Anzahl (8 bis 10 und selbst mehr) nach aufwärts gebogener Röhrchen mit Dochten versehen ist oder aus ebenso vielen einzelnen Oellampen *A* mit selbstthätiger Speisevorrichtung. Diese saugen das Oel auf, welches beim Anzünden mit stark rußender Flamme verbrennt. Ueber jedem Brenner befindet sich ein Metalltrichter *B*, welcher die Rußgase auffammelt und durch ein Rohr in eine für alle Brenner gemeinschaftliche horizontale Röhre *C* leitet. Um ein möglichstes Abkühlen der heißen Rauchgase zu erzielen und die Abscheidung des Rußes zu begünstigen, steht diese Röhre noch mit zwei Parallelröhren von gleichen Dimensionen und dazwischen gelegten Kasten, welche jedoch in der Zeichnung (Fig. 22 und 23 weggelassen worden sind, in Verbindung, in welchen sich nach und nach immer feinere Rußtheilchen absetzen. Aus dem letzten Kasten gelangen die Gase durch eine Röhre in ein System von 70 bis 80 vertical aufgehängten leinenen Säcken *D* von ca. 90 cm Weite und $5^1/_2$ m Länge, die abwechselnd oben und unten durch weite Röhren mit einander verbunden sind. Im Ganzen sind immer sechs bis acht Säcke hinter einander angebracht, in welchen sich der Kienruß ablagert.

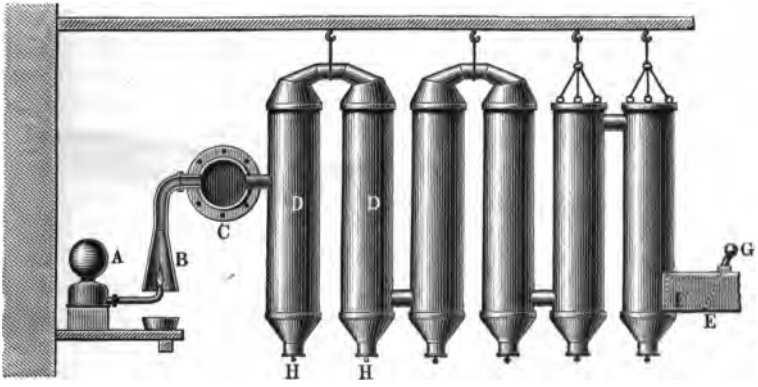
An dem unteren Ende jedes letzten Sackes ist ein horizontaler Canal *E* angebracht, in welchem die letzten Reste des mitgerissenen Rußes durch Drahtnetze *F* zurückgehalten werden. Diese befinden sich auf Rahmen gespannt, welche mit Scharnieren und Zugstangen *G* versehen sind, so daß sie beim Verstopfen durch angesetzten Ruß durch kräftiges Hin- und Herbewegen gereinigt werden können. Das Ende des Canals mündet in einen Kamin, an welchem man den Zug durch Schieber nach Belieben reguliren kann.

Das Entleeren des Apparates geschieht bei den Röhren und Kästen vermittelst Schieber und bei den Säcken einfach in der Weise, daß man Gefäße unterstellt, den Verschluß *H* entfernt und die letzten Reste des Rußes durch Klopfen der Säcke von außen mit einem Stocke entfernt. Die Condensation des Rußes in diesem Apparate soll eine vorzügliche sein, weil sich der Ruß bekanntlich auf der rauhen Oberfläche des Tuches viel besser niederschlägt, als auf glatten eisernen oder steinernen Flächen.

Auf den ersten Blick scheint dies Verfahren sehr einfach zu sein; allein es erfordert unzweifelhaft eine große Aufmerksamkeit des Arbeiters. Die Flammen dürfen weder zu groß noch zu klein sein; im ersten Fall können die Verbrennungsgase nicht genügend abkühlen, gelangen zu heiß in die Säcke und verbrennen dieselben; im zweiten Fall ist die Qualität des Rußes, den man erhält, gering.

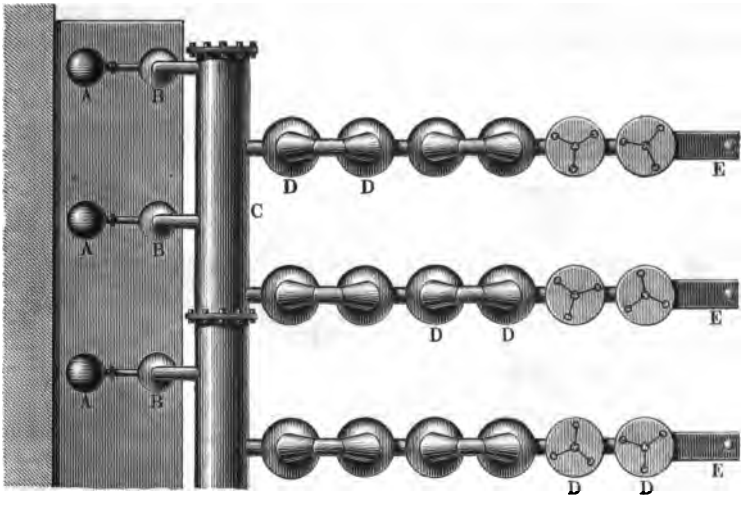
Der Apparat hat den Vortheil, daß man die Producte in den verschiedenen Säcken getrennt auffangen kann, und auf diese Weise verschiedene Qualitäten erzielt. Indessen dürfte der Betrieb einer Rußfabrik nach diesem System durch

Fig. 22.



die Zerstörung der Säcke und die große Feuersgefahr doch ein kostspieliger und nicht ganz einfacher werden. Die Condensation in gemauerten Kammern ist daher unzweifelhaft vorzuziehen.

Fig. 23.

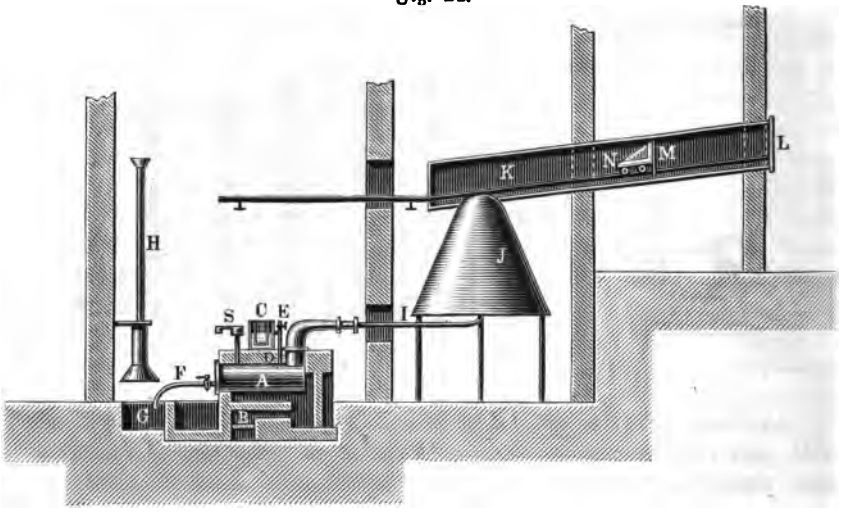


In der letzten Zeit haben Lorilleux fils[1]) in Paris ein Patent auf ein ganz neues Verfahren der Lampenrußfabrikation genommen, das auf der Ver-

[1]) Moniteur des Prod. chim. VIII, 190.

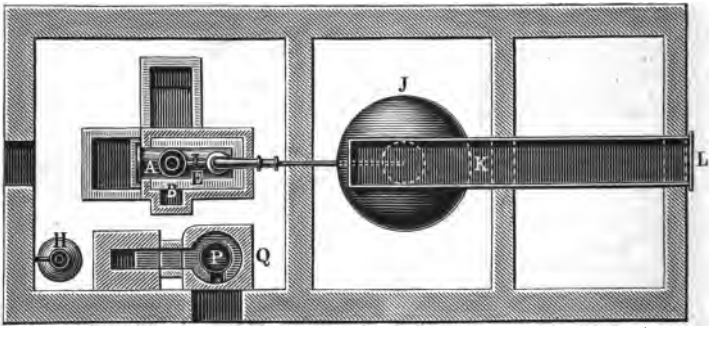
gaſung der zu verarbeitenden kohlenſtoffhaltigen Materialien beruht mit darauf folgender Condenſation des durch unvollſtändige Verbrennung der Gaſe gebildeten Rußes in einem Kammerſyſtem. In einer Retorte *A* (Fig. 24 und 25, einer Gasretorte ähnlich, werden die zum Verbrennen beſtimmten Materialien mit Hülfe

Fig. 24.



der Feuerung *B* vergaſt. Dieſe Subſtanzen befinden ſich in einem Recipienten *C*, von welchem ſie durch das Rohr *D* in continuirlichem Strahl in die Retorte fließen;

Fig. 25.



ein Ventil *E* dient zum Reguliren des Zulaufs. Der Recipient *C* iſt doppelwandig; zwiſchen beiden Wandungen befindet ſich Waſſer, welches durch die Hitze der Retorte im Kochen gehalten wird; er dient alſo als Vorwärmer, um die zu verarbeitenden Materialien in einem paſſenden flüſſigen Zuſtande zu erhalten. Ein Sicherheitsventil *S* regulirt den Druck in der Retorte. Von Zeit zu Zeit werden durch den Hahn *F* die Rückſtände aus der letzteren abgelaſſen und ſammeln ſich in der

Grube *G*; die Gase, welche dieselben etwa noch ausstoßen, entweichen durch das Kamin *H*.

Die Producte der Destillation passiren das Rohr *I* und werden an dem aufwärts gebogenen Ende desselben entzündet; sie brennen in der Basis des Sammlers *J*, welcher aus einem breiten, abgestumpften Kegel besteht. Derselbe ruht auf Füßen von T-Eisen, und ist an seinem oberen Ende mit dem schwach ansteigenden Blechcanal *K* verbunden. Dieser Canal *K* führt die Rußgase in die Condensationskammern *L*, welche in der Zeichnung nur angedeutet sind, und aus begreiflichen Gründen ziemlich große Dimensionen haben.

Um den Ruß, welcher sich etwa schon im Canal *K* abscheiden könnte, zu entfernen, ist im Innern desselben der Abkratzer *M* angebracht, der sich auf dem Wagen *N* hin- und herbewegen läßt. Während des Ganges der Operation befindet sich derselbe am unteren Ende des Canals, unterhalb des Sammlers *J*; wenn man ihn im gegebenen Moment bis ans andere Ende des Canals fortschiebt, treibt er allen darin angesetzten Ruß vor sich her und entleert ihn in die Condensationskammer *L*.

Für feste, aber schmelzbare Kohlenstoffverbindungen hat man noch einen Schmelzkessel *P* aufgestellt, in welchem man mit Hülfe des Feuers aus der Feuerung *B* die Materialien verflüssigt. Dieser Kessel ist eingemauert in den Ofen *Q*, und zwar so, daß sein Inhalt durch ein geeignetes Rohr direct in den Recipienten *C* fließt, sobald man den zu diesem Zwecke angebrachten Hahn öffnet.

Ueber die Resultate, die mit diesem Verfahren in der Praxis erzielt worden sind, sind noch keine Mittheilungen in die Oeffentlichkeit gedrungen, allein man muß zugeben, daß die Anordnung des Apparates eine zweckmäßige, und die Art der Verbrennung eine erfolgversprechende und auf gesunden Principien beruhende ist. Die Wahl des zu verarbeitenden Materials wird man freilich danach einrichten müssen, daß dasselbe nicht zu viel Destillationsrückstände ergiebt und diese in flüssiger Form aus der Retorte entfernt werden können.

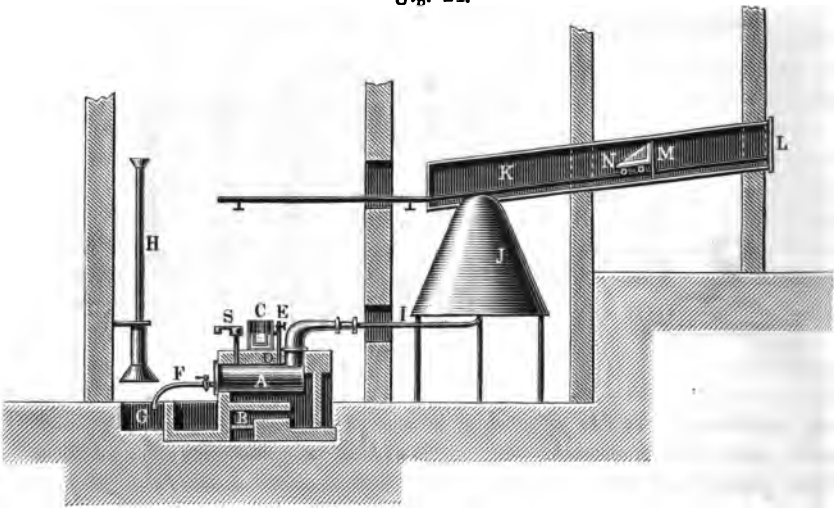
Die praktische Anwendung der längst bekannten Beobachtung, daß sich ein kalter Gegenstand mit Ruß beschlägt, wenn man ihn in eine leuchtende Flamme hält, hat, wie bereits erwähnt, zu einem weiteren Verfahren der Rußfabrikation geführt, welches viel für sich hat, und namentlich den großen Vorzug besitzt, daß zu seiner Ausführung nicht kostspielige Anlagen erforderlich sind, sondern daß die Fabrikation auch in beschränktem Raume ausgeführt werden kann. Prechtl hat den Vorschlag gemacht, um diese Fabrikation zu einer continuirlichen zu machen, die Lampen unter einem rotirenden eisernen Cylinder anzubringen, der von innen mit Wasser gekühlt werden kann, und an welchen sich dann der Ruß anlegt. Auf der Seite des Cylinders streift eine Bürste den angesetzten Ruß in ein Reservoir ab, und der Cylinder kommt wieder kalt an der Flamme an. Gentele[1]) glaubt, daß es noch vortheilhafter sein würde, wenn die Lampen in dem Cylinder brennen würden; wir werden später sehen, daß auch diese Idee benutzt worden ist.

---

[1]) Lehrbuch der Farbenfabr., 2. Aufl., S. 395.

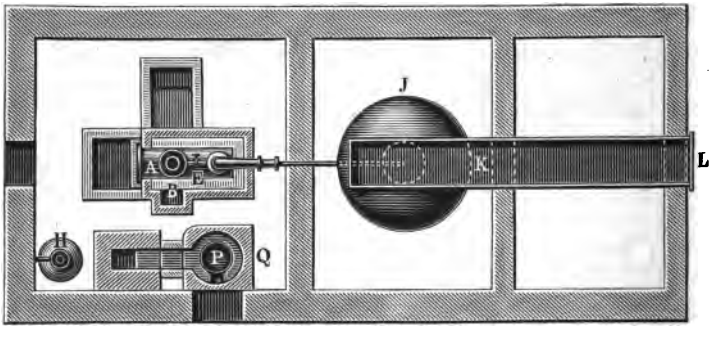
gasung der zu verarbeitenden kohlenstoffhaltigen Materialien beruht mit darauf folgender Condensation des durch unvollständige Verbrennung der Gase gebildeten Rußes in einem Kammersystem. In einer Retorte *A* (Fig. 24 und 25, einer Gasretorte ähnlich, werden die zum Verbrennen bestimmten Materialien mit Hülfe

Fig. 24.



der Feuerung *B* vergast. Diese Substanzen befinden sich in einem Recipienten *C*, von welchem sie durch das Rohr *D* in continuirlichem Strahl in die Retorte fließen;

Fig. 25.



ein Ventil *E* dient zum Reguliren des Zulaufs. Der Recipient *C* ist doppelwandig; zwischen beiden Wandungen befindet sich Wasser, welches durch die Hitze der Retorte im Kochen gehalten wird; er dient also als Vorwärmer, um die zu verarbeitenden Materialien in einem passenden flüssigen Zustande zu erhalten. Ein Sicherheitsventil *S* regulirt den Druck in der Retorte. Von Zeit zu Zeit werden durch den Hahn *F* die Rückstände aus der letzteren abgelassen und sammeln sich in der

Grube *G*; die Gase, welche dieselben etwa noch ausstoßen, entweichen durch das Kamin *H*.

Die Producte der Destillation passiren das Rohr *I* und werden an dem aufwärts gebogenen Ende desselben entzündet; sie brennen in der Basis des Sammlers *J*, welcher aus einem breiten, abgestumpften Kegel besteht. Derselbe ruht auf Füßen von T-Eisen, und ist an seinem oberen Ende mit dem schwach ansteigenden Blechcanal *K* verbunden. Dieser Canal *K* führt die Rußgase in die Condensationskammern *L*, welche in der Zeichnung nur angedeutet sind, und aus begreiflichen Gründen ziemlich große Dimensionen haben.

Um den Ruß, welcher sich etwa schon im Canal *K* abscheiden könnte, zu entfernen, ist im Innern desselben der Abkratzer *M* angebracht, der sich auf dem Wagen *N* hin- und herbewegen läßt. Während des Ganges der Operation befindet sich derselbe am unteren Ende des Canals, unterhalb des Sammlers *J*; wenn man ihn im gegebenen Moment bis ans andere Ende des Canals fortschiebt, treibt er allen darin angesetzten Ruß vor sich her und entleert ihn in die Condensationskammer *L*.

Für feste, aber schmelzbare Kohlenstoffverbindungen hat man noch einen Schmelzkessel *P* aufgestellt, in welchem man mit Hülfe des Feuers aus der Feuerung *B* die Materialien verflüssigt. Dieser Kessel ist eingemauert in den Ofen *Q*, und zwar so, daß sein Inhalt durch ein geeignetes Rohr direct in den Recipienten *C* fließt, sobald man den zu diesem Zwecke angebrachten Hahn öffnet.

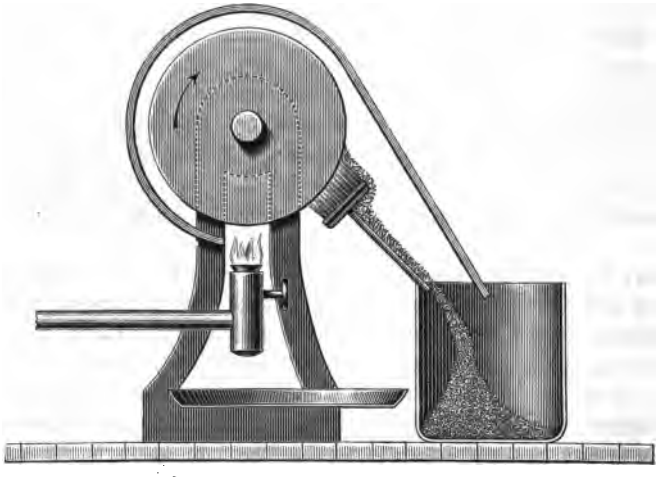
Ueber die Resultate, die mit diesem Verfahren in der Praxis erzielt worden sind, sind noch keine Mittheilungen in die Oeffentlichkeit gedrungen, allein man muß zugeben, daß die Anordnung des Apparates eine zweckmäßige, und die Art der Verbrennung eine erfolgversprechende und auf gesunden Principien beruhende ist. Die Wahl des zu verarbeitenden Materials wird man freilich danach einrichten müssen, daß dasselbe nicht zu viel Destillationsrückstände ergiebt und diese in flüssiger Form aus der Retorte entfernt werden können.

Die praktische Anwendung der längst bekannten Beobachtung, daß sich ein kalter Gegenstand mit Ruß beschlägt, wenn man ihn in eine leuchtende Flamme hält, hat, wie bereits erwähnt, zu einem weiteren Verfahren der Rußfabrikation geführt, welches viel für sich hat, und namentlich den großen Vorzug besitzt, daß zu seiner Ausführung nicht kostspielige Anlagen erforderlich sind, sondern daß die Fabrikation auch in beschränktem Raume ausgeführt werden kann. Prechtl hat den Vorschlag gemacht, um diese Fabrikation zu einer continuirlichen zu machen, die Lampen unter einem rotirenden eisernen Cylinder anzubringen, der von innen mit Wasser gekühlt werden kann, und an welchen sich dann der Ruß anlegt. Auf der Seite des Cylinders streift eine Bürste den angesetzten Ruß in ein Reservoir ab, und der Cylinder kommt wieder kalt an der Flamme an. Gentele[1]) glaubt, daß es noch vortheilhafter sein würde, wenn die Lampen in dem Cylinder brennen würden; wir werden später sehen, daß auch diese Idee benutzt worden ist.

[1]) Lehrbuch der Farbenfabr., 2. Aufl., S. 395.

Einen einfachen Apparat zur Fabrikation von Lampenruß nach diesem Verfahren zeigt Fig. 26 im Durchschnitt. Ein gußeiserner, dünnwandiger, glatt abgedrehter Cylinder ruht auf einer hohlen Achse in Lagern und ist umgeben von einem Blechmantel, welcher die äußere Luft von dem darauf abgesetzten Ruß abhält und ein Verschleudern desselben verhütet. Durch die eine Seite der hohlen Achse fließt fortwährend kaltes Wasser ein, welches auf der anderen Seite wieder abfließt. Unter dem Cylinder sind die rußenden Flammen aufgestellt, und seitlich von denselben befindet sich eine Abkratzvorrichtung von Leder oder einem anderen passenden Material, welche den an der Mantelfläche abgesetzten Ruß fortwährend abstreift, und über eine stark geneigte Blechfläche in einen Sammelkasten fallen läßt. Durch einen geeigneten Antrieb wird der Cylinder fortwährend in langsamer Umdrehung erhalten. Durch irgend eine der erwähnten Vorrichtungen

Fig. 26.



wird die Speisung der Lampen in automatischer Weise besorgt. Die Vorzüge dieses Apparates sind einleuchtend, wenngleich auch die Primitivität desselben Verluste mannigfacher Art bedingen muß. Durch weitere Ausbildung des Verfahrens sind dann im Laufe der Zeit alle die Apparate entstanden, die wir in Folgendem beschreiben wollen, und die zum Theil von großer Vollkommenheit sind.

In erster Linie mag hier der Apparat von Otto Thalwitzer[1]) in Halle a. S. erwähnt sein, welcher, aus bescheidenen Anfängen hervorgegangen, nach und nach so wesentlich verbessert wurde, daß er heute wohl bezüglich der Verbreitung unter diesen Apparaten obenan steht. Ursprünglich diente der Apparat zur Erzeugung von Lampenruß aus Oel, als aber mit der Zeit für diese, obwohl hohen, doch nicht den höchsten Anforderungen entsprechende Qualität ein lohnender Absatz nicht mehr zu finden war, mußte derselbe entsprechend umgebaut werden.

---

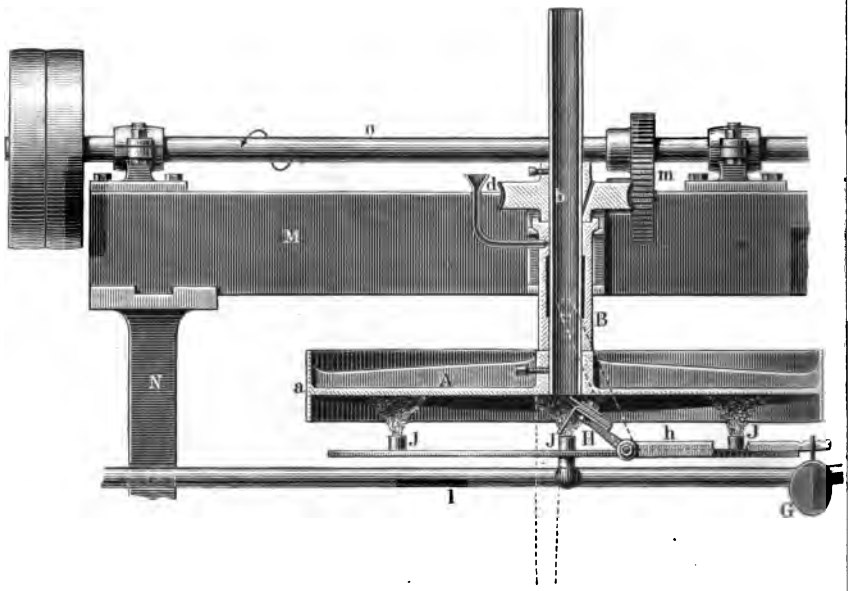
[1]) D. R.-P. Nr. 9426 vom 26. September 1879 und 13691 vom 6. October 1880. Wagner's Jahresber. 1880, S. 795. Dingl. Journ. CCXXXVII, S. 132. Chem. Ind. 1881, S. 204.

Fig. 27.

Es war bekannt, daß durch unvollständige Verbrennung von gasförmigen Körpern ein ungleich feineres Product zu erzielen sei als von flüssigen; aus Amerika wurde ein solches unter dem Namen „Diamantschwarz“ importirt, welches aus natürlichen Gasen auf die einfachste Weise erzielt wurde, und dem deutschen Fabrikate erheblich Concurrenz machte. Deshalb dient in neuester Zeit der Thalwitzer'sche Apparat hauptsächlich zur Erzeugung von Gasruß. Geringere Qualitäten werden durch Mischen oder aus Oelen auf die seitherige Weise hergestellt.

Der Apparat in seiner gegenwärtigen vervollkommneten Form ist in Fig. 27 (a. v. S.) und 28 abgebildet. Die sauber abgedrehte Platte *A*, mit Rand *a*, welcher, nach oben gehend, den Wasserbehälter bildet, nach unten gehend, den Zug von der Flamme abhält, ist an einer verticalen hohlen

Fig. 28.

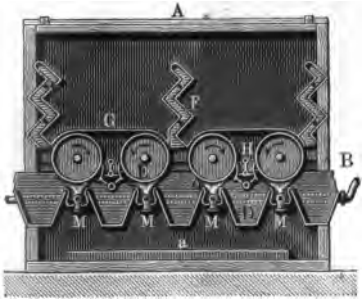


Achse *b* befestigt, welche zu gleicher Zeit dazu dient, die Verbrennungsgase abzuführen. Diese Achse ist in dem Gußkörper *B* gelagert, und trägt ein Schneckenrad *d*, das durch die Schnecke *f* in Umdrehung versetzt wird. Die Gußkörper *B* sind an einem eisernen Träger *M* befestigt, welcher seinerseits wieder auf einem ebensolchen *N* montirt ist. *M*, auf welchem gleichzeitig die Transmissionswelle *o* gelagert ist, trägt eine ganze Reihe einzelner Apparate, welche sämmtlich durch Zahnräder *m* vermittelst der Schnecke *f* von *o* in Bewegung versetzt werden. Die Platte *A* wird durch Wasser gekühlt, welches in dem Maße, wie es verdampft, durch Zuleitung von frischem Wasser ersetzt wird. Die Temperatur dieses Wasserbades beträgt fortwährend 100° C.; es wird dadurch erreicht, daß der sich niederschlagende Ruß keine Destillations- oder Verbrennungsproducte absorbiren und ohne vorherige Calcination direct in den Handel gebracht werden kann.

Unter der Platte *A* ist ein Complex von Lampen *J* angeordnet, welche durch Rohr *l* gemeinschaftlich gespeist werden. Bei der Fabrikation von Oelruß steht dieses letztere mit einem Oelbehälter von constantem Niveau in Verbindung, so daß auch in diesem Falle eine Regulirung der einzelnen Flammen nicht erforderlich ist. Für die Verbrennung von Gas sind die Brenner besonders construirt, und gestatten die Fabrikation verschiedener Qualitäten von Ruß. Der Schaber *H* ist an einem gebogenen Arme befestigt, der an den Gußkörper *B* geschraubt ist, und wird durch Hebel *h* und Gegengewicht *G* gegen die berußte Fläche gedrückt. Die Verbrennungsproducte entweichen durch die hohle Achse *b*. Der abgestrichene Ruß fällt in den Sammeltrichter *T* und gelangt von diesem durch das Rohr *W* in das Blechgefäß *S*, aus welchem er von Zeit zu Zeit entfernt wird.

Was die Leistungsfähigkeit eines solchen Apparates anbelangt, so consumirt derselbe bei einem Durchmesser der rotirenden Platte von 80 cm in 24 Arbeitsstunden 8 cbm Gas und producirt daraus 700 bis 1500 g Gasruß, je nach der Qualität des letzteren. Wird Oel direct auf Ruß verbrannt, so beansprucht ein Apparat in der gleichen Zeit 15 bis 20 kg Oel und liefert 20 bis 25 Proc. davon an Ruß. Mit Rücksicht auf diese verhältnißmäßig kleinen Quantitäten von Ruß, die ein einzelner Apparat zu erzeugen im Stande ist, ist natürlich die Aufstellung einer ganzen Reihe derselben erforderlich. Um einen Begriff zu geben von dem Umfange, in welchem derartige Anlagen ausgeführt werden, füge ich noch einige Mittheilungen hier an, die ich der Güte des Herrn Thalwitzer verdanke. Danach arbeitet die Firma A. Biermann u. Co. in Halle mit 120 Apparaten, consumirt 10000 Ctr. schweres Mineralöl und producirt circa 500 Ctr. Gasruß. Es haben ferner die Firmen:

Fig. 29.



Jänecke u. Schneemann in Hannover	150
Hartmann in Celle	50
Frey u. Sennig, Leipzig	50
Fischer u. Naumann in Ilmenau	50

Apparate im Gebrauch.

Während bei dem vorstehend beschriebenen Apparat die Condensation des Rußes auf einer rotirenden Platte erfolgt, hat man bei einem Apparate (Fig. 29), wie er in Amerika gebräuchlich ist [1]), hierzu ein System von sich drehenden Cylindern *E* benutzt, unter denen die Lampen *M* brennen. Der sich auf den Cylindern sammelnde Ruß wird vermittelst der federnden Schaber *H* abgekratzt und fällt in den Vorrathsraum, resp. in die Behälter *D*. Den Lampen wird durch das Rohr *B* das erforderliche Oel zugeleitet. Der Verbrennungsraum ist oberhalb der rotirenden

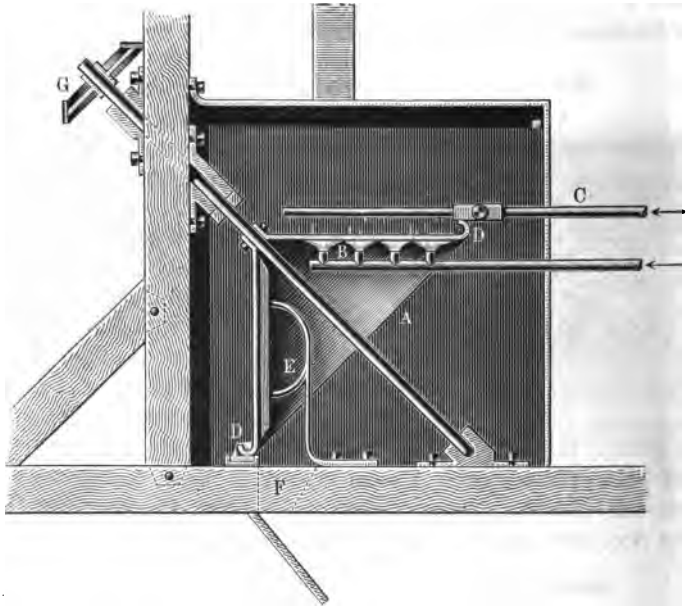
[1]) Papier-Zeitung 1884, S. 1592. Wagner's Jahresber. 1884, S. 1159.

Cylinder durch die Blechwand *G* abgegrenzt. Die entweichenden Verbrennungsgase enthalten noch viel Ruß, und werden zur Abscheidung desselben durch die zickzackförmigen Schornsteine *F* geleitet. In diesen Schornsteinen sind an einer Welle *b* Abklopfer angebracht, die das sich absetzende Schwarz lockern, so daß es ebenfalls in die Sammelgefäße *D* gelangt.

Unter den Behältern *D* steht der Kasten *a*, welcher das etwa daneben fallende Lampenschwarz aufnimmt.

Ein weiterer Apparat (Fig. 30) ist von G. G. Shaemaker in Edinburg Pa. construirt und patentirt worden. Das Wesentliche der Erfindung besteht in einer Reihe von geneigten, um ihre Achse rotirenden Hohlkegeln *A* mit geöffneter Basis,

Fig. 30.



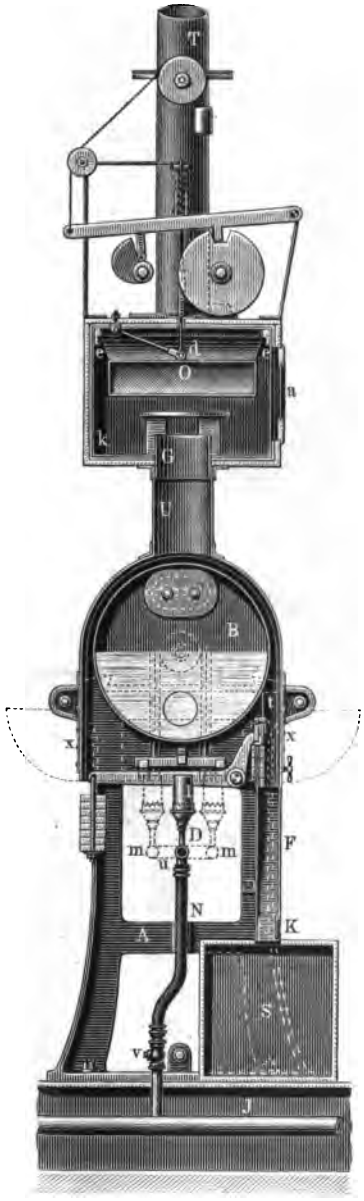
innerhalb welcher Brenner *B* so angebracht sind, daß die Flamme gegen die obere Seite des Kegels schlägt. Oberhalb eines jeden Kegels befindet sich parallel der Längsseite desselben ein perforirtes Rohr *C*, von welchem aus der Kegel durch Wasser gekühlt wird. Der Kegelmantel ist an der Basis nach außen umgebogen, so daß sich rund um denselben eine Art Rinne *D* bildet, aus welcher das Wasser in einen für eine Reihe von Apparaten gemeinschaftlichen Canal abläuft. Durch feststehende Schaber *E* wird der Ruß aus den einzelnen Kegeln entfernt, und durch Canäle *F* nach einem gemeinschaftlichen Sammelgefäße gebracht. Der Antrieb des Apparates erfolgt durch Zahnrad *G*.

Eine Vervollkommnung der von Prechtl gegebenen Idee ist der Apparat (Fig. 31 und 32) von Rob. Dreyer[1]) in Halle a. S. (D. R.-P. 29261).

[1]) Wagner's Jahresber. 1884, S. 1157. Dingl. Journ. 255, 247. Chem. Ind. 1885, S. 21. Techn. chem. Jahrb. 1884/85, S. 409.

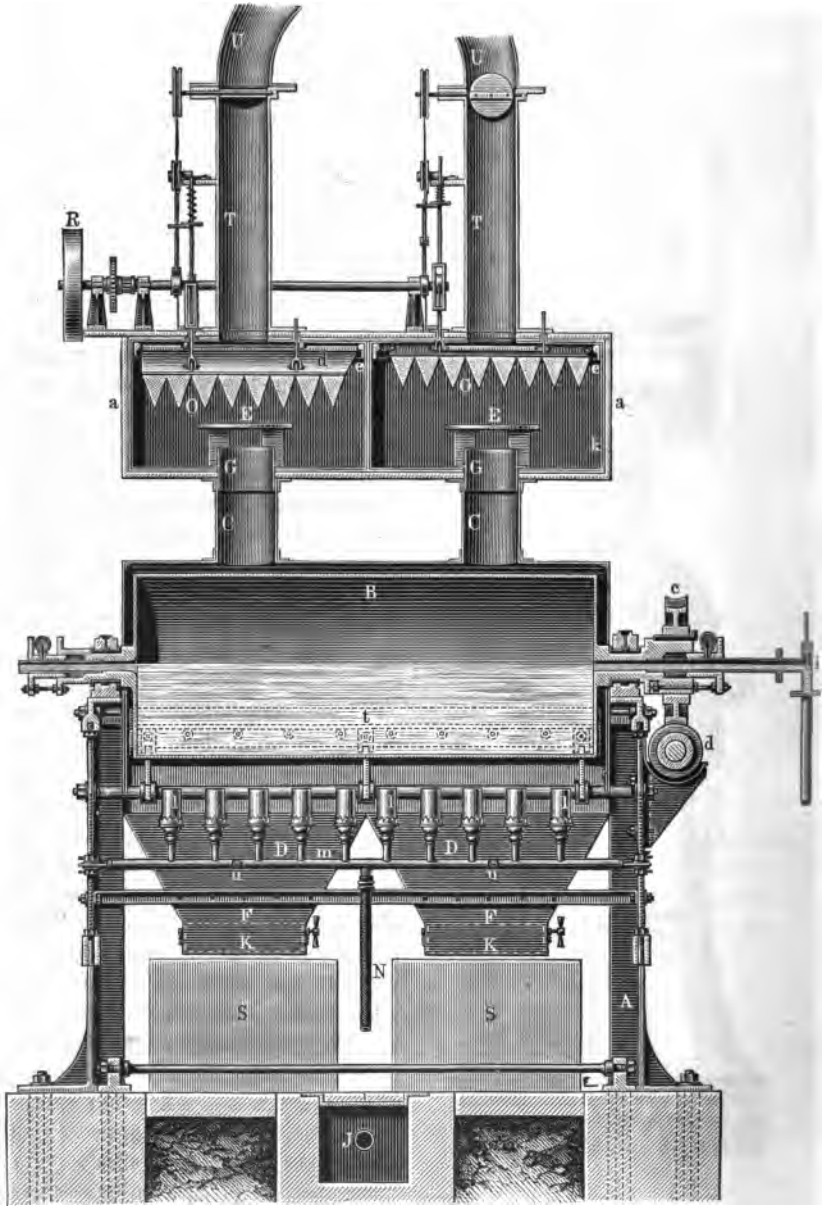
Derſelbe beſteht in ſeinen Haupttheilen aus einer Reihe von Brennern *l*, über welchen ſich eine mit Waſſer gekühlte Blechtrommel *B* langſam umdreht. Die Trommel bedeckt ſich hierbei mit Ruß, der durch den Schaber *t* abgeſtrichen wird und durch den Trichter *F* in den Auffangkaſten *S* fällt. Die Dämpfe und der nicht abgeſetzte Ruß werden in einen über dem Rußapparate angebrachten Kaſten abgeſaugt und der Ruß durch ein Abklopffilter zurückgehalten. Im Geſtelle *A* iſt die Blechtrommel *B* mittelſt Schneckengetrieb *cd* drehbar gelagert. Die Zapfen ſind hohl und zur Durchleitung des Kühlwaſſers paſſend eingerichtet. Mit Hülfe eines im Kniestücke *i* ſteckenden Thermometers wird die Temperatur des Ablaufwaſſers nachgeſehen, reſp. der Waſſerabfluß nach Erforderniß geregelt. Unter der Trommel *B* befindet ſich das Lampenſyſtem *D*, welches aus den Brennern *l*, dem Vertheilungsrohr *m*, dem Gummiſchlauch *N* und der Vorrichtung beſteht, mit deren Hülfe die Brenner in ſenkrechter Richtung gehörig eingeſtellt werden können. Durch Zwiſchenſtücke *u* aus Gummi laſſen ſich die Vertheilungsröhren, beziehungsweiſe die Brenner, neben einander oder verſchränkt aufſtellen, wie dies zur beſſeren Vertheilung des Rußes am zweckmäßigſten erſcheint. Unterhalb des Geſtelles *A* befindet ſich in einem Canal das Zuleitungsrohr *J*, von welchem aus der Zufluß des Brennſtoffs zu den Brennern durch den Schlauch *N* mittelſt eines Hahns *v* geregelt wird. Die Blechtrommel *B* iſt in einem entſprechenden Abſtande von einem Blechmantel umgeben, welcher vermittelſt Handhaben auf den Geſtellſeitenwänden aufruht; den Untertheil dieſes Mantels bilden die Klappen *x* und x_1, welche den Zutritt zu den Brennern *l*, beziehungsweiſe zum Abſtreichmechanismus geſtatten. Die Abſtreichmaſchine *t* wird durch Hebel und

Fig. 31.



Gegengewichte ſtets gegen die kreiſende Blechtrommel angedrückt, ſo daß der abgenommene Ruß durch den Auffangtrichter F in das Sammelgefäß S herabfällt. Beim Auswechſeln der Käſten S wird die Klappe K am unteren Ende des Trich-

Fig. 32.



ters *S* zeitweilig geschlossen, so daß der Betrieb des Apparates nicht unterbrochen werden muß. Behufs etwaiger innerer Reinigung der Trommel *B* ist dieselbe an einer Seite mit einem verschließbaren Mannloch *M* versehen.

Um das sogenannte Schwitzen des Fabrikraumes zu verhüten und denselben im Interesse der Gesundheit der Arbeiter zu lüften, sowie etwa an der Blechtrommel vorbei streichenden Ruß aufzufangen und damit eine größere Ausbeute zu erzielen und gleichzeitig die Nachbarschaft vor Rußbelästigungen zu bewahren, werden die Dämpfe durch Rohrstutzen *C* in den zur Verhütung von Abkühlung mit Filz verkleideten und in der Mitte getheilten Holzkasten gesaugt. Jede Abtheilung des Holzkastens ist durch eine kleine Thür zugänglich gemacht und enthält einen Rußfänger, bestehend aus einem eisernen Gerippe, welches mit Flanell überzogen ist. Behufs Abdichtung und Einhängung dieser Flanellfilter *O* in einer Kastenabtheilung dienen die ledernen Seitenwände *k* und der Holzrahmen *d*, welcher letztere seine Unterstützung durch die Leisten *e* findet.

Zur Vermeidung der Verstopfung der Flanellfilter durch den sich ansetzenden Ruß dient eine selbstthätige Abklopfvorrichtung auf dem Deckel des Holzkastens, die mittelst eines Riemens, welcher von der Trommelachse *B* auf die Riemenscheibe *R* geht, in Gang gesetzt wird. Um die Abklopffilter ohne Betriebsstörung ununterbrochen in Wirksamkeit zu erhalten, sind dieselben, nebst der sich anschließenden Abzugsvorrichtung, doppelt angeordnet, und treten abwechselnd in Thätigkeit.

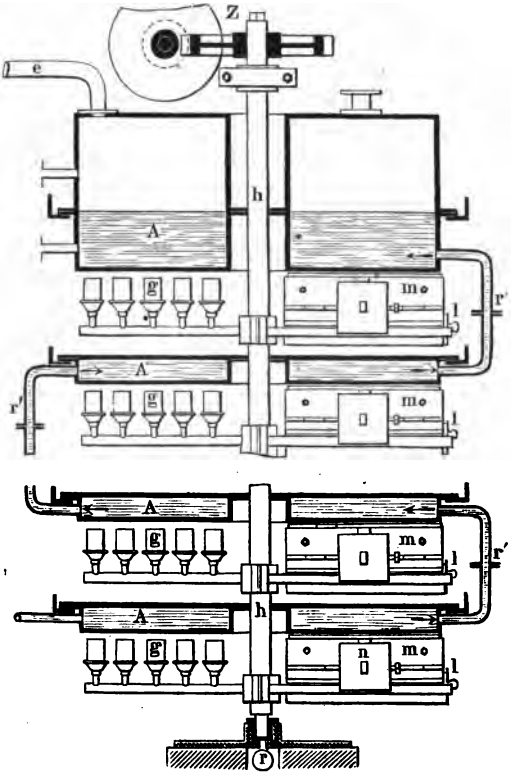
Jede der beiden Abzugsröhren *T* ist an ihrem oberen Ende mit einer Drosselklappe *U* versehen, welche beim Abklopfen des Trichters selbstthätig geschlossen und dann wieder geöffnet wird. Damit nun der von den Filtern abgestoßene Ruß nicht zurück auf die Trommel *B* fallen kann, sind Schutzdeckel *E* und Einsatzstücke *G* angebracht. Die Füße unter den Schutzdeckeln lassen so viel freie Oeffnung, daß die warme, feuchte Luft ungehindert von dem Mantel aus durch die Stutzen *C* nach dem Innern des Holzkastens *a* gelangen kann. Die beiden Ableitungsröhren *T* stehen mittelst Krümmer mit dem für mehrere Apparate dienenden und zum Luftsauger führenden gemeinsamen Abzugsschlote in Verbindung.

Es existiren noch eine Reihe anderer Apparate zur Darstellung von Lampenruß; sie sind zum Theil Geheimniß ihrer Erfinder, zum Theil sind die Abweichungen von den oben beschriebenen zu geringfügige, als daß sich eine besondere Besprechung derselben rechtfertigen ließe. Nur einer Neuerung, die der allerneuesten Zeit angehört, wollen wir noch gedenken; es ist dies ein deutsches Patent auf einen Apparat zur Darstellung von Lampenruß unter gleichzeitiger Gewinnung von Dampf, welches unter der Nr. 40909 vom 25. Januar 1887 an Rob. Dreyer[1]) in Halle a. S. verliehen worden ist. Es handelt sich hier zunächst um die Darstellung von Lampenruß in größerem Maßstabe, als dies bislang geschehen, und dann auch um die Ausnutzung der seither verloren gegangenen Verbrennungswärme zum Zwecke der Beschaffung einer billigen Betriebskraft für die Apparate selbst und für die zur Fabrikation erforderlichen Sieb- und Mischmaschinen.

[1]) Chem. Ztg. 1887, S. 1432.

Folgendes ist in aller Kürze das Princip des Apparates (Fig. 33). Mehrere mit einander durch Röhren r' verbundene, geschlossene, mit Wasser gefüllte Gefäße A mit flachem, abgedrehtem Boden dienen zum Auffangen des Rußes und bilden als Ganzes einen Dampfkessel. Unter den einzelnen Gefäßen A, welche einen ringförmigen Querschnitt zeigen, befinden sich Brennvorrichtungen g, die mit einer rotirenden Welle h verbunden sind. Der sich bildende Ruß wird durch mit derselben Welle verbundene Abstreicher m, welche vermittelst der Gegengewichte n an die berußte Fläche angedrückt werden, abgefegt und fällt in die gleichfalls rotirenden Kästen l, aus denen er entfernt wird, wenn sich genügend angesammelt hat. Ihr Brennmaterial erhalten die rotirenden Brenner vermittelst der Welle h, welche im Inneren hohl ist, und der dasselbe durch das Spurlager vermittelst der Röhre r zugeführt wird. Der Antrieb erfolgt durch das Getriebe Z.

Fig. 33.



Der Apparat ist für die Verarbeitung von Oelgas bestimmt, und consumirt nach einer Berechnung, die mir Herr R. Dreyer zur Verfügung gestellt hat, in 24 Stunden 380 bis 400 cbm Gas, was einem Aufwand von ca. 600 bis 700 kg Mineralöl bei einer Rußausbeute von ca. 40 kg entspricht. Mit einem derartigen Apparate ist man also im Stande, jährlich 10000 bis 12000 kg Ruß zu erzeugen. Unter jedem der Gefäße A sind 28 Lampen, resp. Brenner angebracht, und da der ganze Apparat aus sechs derartigen Gefäßen besteht, so sind also stets 168 Flammen in Function. Der Luftzutritt zu denselben, sowie ihre Entfernung von der zu berußenden Fläche, können durch Mikrometerschrauben aufs Genaueste regulirt werden. Die mit den Verbrennungsgasen abgehenden Rußtheilchen werden noch besonders aufgefangen, so daß ein Verlust auf diese Weise nicht erfolgen kann. Der ganze Apparat beansprucht einen Raum von 2,5 qm.

Nach Versuchen von Herrn R. Dreyer giebt eine rußende Gasflamme

unter nicht gerade günstigen Bedingungen an das Kühlwasser in einer Stunde eine Wärmemenge von etwa 380 Calorien ab; er schließt daraus, daß demnach bei dem Apparate Dampf für $^2/_3$ bis 1 Pferdekraft gewonnen werden dürfte, während der Apparat selbst zu seinem Betriebe kaum eine halbe Pferdekraft bedürfen wird. Man kann demnach jedenfalls mit einiger Sicherheit annehmen, daß derselbe die zu seinem eigenen Betriebe erforderliche Kraft selbst producirt.

Wie man sieht, ist der Apparat weniger einfach construirt, als die seither besprochenen; er muß also schon durch eine wesentlich höhere Leistungsfähigkeit bei gleicher Qualität des Productes ausgezeichnet sein, damit man sich zu seiner Aufstellung entschließen könnte; jedenfalls aber ist er als ein Fortschritt auf diesem Gebiete zu begrüßen, und verdient die Beachtung der Rußfabrikanten.

Welchem von den angeführten Apparaten der Vorzug einzuräumen ist, dürfte schwierig zu entscheiden sein; alle besitzen gewisse Vorzüge, die bei den einen in ihrer einfacheren Construction, bei den anderen in vortheilhafterer Anwendung des Princips der kühlenden Fläche oder in anderen Umständen zu suchen sein mögen. Bei uns in Deutschland erfreut sich bislang der Apparat von Thalwitzer fast allgemeiner Anwendung bei den Fabrikanten von feinstem Lampenruß zu Buchdruck- und lithographischen Farben. Für diese Zwecke genügt es, wenn man das zur Fabrikation bestimmte Oel als solches verbrennt. Man erzielt alsdann (nach freundlicher Privatmittheilung des Herrn O. Thalwitzer in Halle a. S.) aus Petroleum 20 Proc., aus Solaröl 25 Proc. Ruß. Handelt es sich aber um die Fabrikation von Lampenruß, der zu den hochfeinsten Illustrationsfarben tauglich sein soll, so ist es nothwendig, schweres Mineralöl zuvor zu vergasen, und zwar mittelst eines möglichst vollkommenen Vergasungsapparates, damit die Ausbeute an Gas unbeschadet seiner Qualität mindestens 60 cbm von 100 kg Oel beträgt. Die Rußausbeute nach diesem Verfahren stellt sich auf 4 bis 6 Proc. von dem zur Vergasung gelangten Oel, je nachdem eine feinere oder geringere Qualität Ruß beansprucht wird. Nach Angabe des Herrn O. Thalwitzer wird sein Apparat gegenwärtig ausschließlich zur Erzeugung von Gasruß verwendet, da für Lampenruß aus Petroleum oder Solaröl kein Absatz zu erzielen ist zu Preisen, die noch lohnend wären. Bei der Vergasung der Oele resultirt ein Theer, circa 25 Proc. vom Ausgangsmaterial, welcher als solcher nicht mehr vergast werden kann. Er wird der Destillation unterworfen und erfährt die gleiche Behandlung wie Steinkohlentheer. Neben leichten Oelen liefert er auch wieder Gasöl, welches in den Betrieb zurückwandert.

Was die Leistungsfähigkeit der verschiedenen anderen Apparate anbelangt, so fehlen mir darüber die nöthigen Mittheilungen. Allein trotz dieser Vollkommenheit in den Apparaten zur Erzeugung von Lampenruß wird immerhin noch ein sehr beträchtliches Quantum dieser kostbaren Substanz auf primitivstem Wege erzeugt. Natürlicher Weise spielen hier örtliche Verhältnisse, Preise des Rohmaterials ꝛc. die größte Rolle. So berichtet der „Scientific American“ vom 12. October 1878 über eine großartige Lampenrußfabrik in Petrolia (Pennsylvanien). Dort entströmen neben Petroleum ungeheure Mengen brennbarer Gase der Erde, die zum Theil zum Heizen und zum Betriebe von Dampfmaschinen verwendet, zum Theil aber auch auf Lampenruß verarbeitet werden. Man hat

die Fabrik dicht an der Stelle angelegt, wo das Gas aus der Erde tritt, sammelt es in Gasometern und leitet es zu mehreren Tausend Brennern, welche sämmtlich gegen große Schieferplatten gerichtet sind, auf denen sich der Ruß niederschlägt. Von Zeit zu Zeit wird derselbe abgekratzt, gesammelt, verpackt und zu Markte gebracht.

Eine ähnliche Fabrik hat Neff[1]) bei Gambier (Knox County, Ohio) in der Nähe der Mündung des Kohosing angelegt. Neff verbrennt täglich in 1800 Brennern von verschiedener Construction circa 8000 cbm Gas und erhält daraus jährlich (?) 16 t Lampenruß, den er unter dem Namen „Diamantschwarz“ in den Handel bringt.

Falls diese Angaben richtig sind, muß die Arbeit eine sehr unrationelle sein. 8000 cbm Grubengas repräsentiren ein Gewicht von rund 6000 kg. Der Jahresconsum an Gas betrüge somit ca. 2000000 kg, wogegen die Production von 16000 kg Lampenruß nur 0,8 Proc. des angewandten Gases betragen würde, eine verschwindend kleine Ziffer gegenüber dem hohen Kohlenstoffgehalte (86 Proc.) des Grubengases.

Man wird bemerkt haben, daß die Art der Verbrennung des kohlenstoffhaltigen Materials bei allen Vorrichtungen, die wir im Vorstehenden besprochen haben, die ursprüngliche geblieben ist, weil sich gezeigt hat, daß das Verbrennen in Lampen zur Erzielung einer möglichst tiefen Schwärze bei zartester Beschaffenheit der Waare nicht umgangen werden kann. Was im Laufe der Zeit in der Fabrikation von Lampenruß verbessert worden ist, bezieht sich also nur auf die Art des Sammelns der Waare, die richtige Ausnutzung der Verbrennungsgase und die Leitung der Verbrennung selbst, Factoren, welche allerdings für die Rentabilität derselben heutzutage von eminenter Bedeutung geworden sind.

Neuerdings wurde indessen auch ein amerikanisches Patent genommen, um den „Lampenruß“ auf anderem Wege aus Kohlenwasserstoffen herzustellen. J. Mac Tighe[2]) will den Dampf von Kohlenwasserstoffen durch glühende Retorten leiten, um Lampenruß zu erzeugen. Ob ein auf diese Weise hergestelltes Product noch den Namen „Lampenruß“ verdient, erscheint zum mindesten zweifelhaft, und welche Eigenschaften es besitzt, ist bislang noch nicht bekannt geworden. Bei der bekannten Eigenschaft des Kohlenstoffs, sich in glühenden Röhren aus Kohlenwasserstoffen graphitartig auszuscheiden, dürfte indessen von diesem Verfahren nicht viel zu erwarten sein.

Der Lampenruß ist ebenfalls eine sehr fein vertheilte Kohle, die indessen in Folge ihrer größeren Reinheit weit weniger flockig ist als der Flammenruß. Zuweilen besteht er aus zusammenhängenden Lappen, meistens aber aus einem feinen, ungemein leichten, tiefschwarzen Pulver. Dem Umstande, daß der Lampenruß in Folge seiner Fabrikation meistens einer höheren Temperatur ausgesetzt ist als der Flammruß, verdankt er seine geringere Verunreinigung mit empyreumatischen Producten. Die Reinheit des Lampenrußes ist bereits in einem früheren Capitel nach Analysen von Stein, Kubel und J. R. Santos dargethan

---

[1]) Chemiker-Ztg. 1878, S. 248. Dingl. Journ. 231, 177. Chem. News 1878, 38, 94. — [2]) Am. Pat. Nr. 346169. Wagner's Jahresber. 1886, S. 528.

worden. Das specifische Gewicht eines Productes, wie es in Amerika aus natürlichen Gasen erzeugt wird, fand der Letztere [1]) zu 1,729 bei 17°.

Der Lampenruß wird in der gleichen Weise und zu denselben Zwecken angewendet wie der Flammruß, steht aber ungleich höher im Preise, so daß er nur für feinere Arbeiten und bessere Qualitäten von Waaren verwendet werden kann. Für feine Lampenruße aus Gas werden zur Zeit 350 bis 400 Mk. pro 100 kg bezahlt. Eine wichtige Verwendung findet derselbe noch in der Fabrikation der chinesischen Tusche, welche durch Vereinigung von gereinigtem Lampenruß mit der ammoniakalischen Lösung des Niederschlages einer concentrirten Pergamentsolution mit Galläpfelinfusion entsteht. Als Wohlgeruch setzt man etwas Moschustinctur und als Bindemittel stark eingekochte Pergamentsolution zu, verarbeitet die Masse auf dem Reibsteine bis zu vollkommenster Gleichmäßigkeit, formt sie in Stängelchen oder Täfelchen, trocknet sie und bestreicht sie mit dem Saft der Färbedistel, um den Formstücken den der chinesischen Tusche eigenthümlichen Glanz zu geben.

---

[1]) loc. cit. und Chem. News 1878, 38, 94.

III.

Schwärze.

Allgemeine Betrachtungen über die Verkohlung.

Unter dem Einfluß höherer Temperatur bei Luftabschluß zeigen die verschiedenen organischen Körper ein sehr verschiedenartiges Verhalten. Manche derselben, namentlich solche von sehr einfacher Constitution, wie die Kohlenwasserstoffe, Alkohol, Aether ꝛc., können ohne Zersetzung destillirt werden, und nur wenn man ihre Dämpfe weit über den Siedepunkt der Flüssigkeiten erhitzt, erleiden sie eine Umwandlung in andere Substanzen. Wieder andere von complicirterer Constitution, wie z. B. Zucker, manche organische Säuren und die Salze derselben mit anorganischen Basen, namentlich aber solche, die durch den Lebensproceß erzeugt sind, wie z. B. alle Brennmaterialien, zeigen, wenn sie bei Luftabschluß einer höheren Temperatur ausgesetzt werden, das Bestreben, ihre Elemente anders zu gruppiren, wodurch neue Verbindungen entstehen, deren Natur hauptsächlich von der Zusammensetzung des angewandten Materials, dem herrschenden Druck und der Temperatur abhängt, so daß sie ihrer Qualität und Quantität nach sehr variiren und die mannigfaltigsten Verbindungen in fast unbegrenzter Zahl entstehen können. Man bezeichnet diesen Vorgang in der Regel als trockene Destillation, weil die dabei erzeugten Producte großentheils flüchtiger Natur sind. Je nach ihrer Natur zerfallen die organischen Körper unter gleichzeitiger Abscheidung von Kohle, wie wir dies namentlich bei unseren Brennmaterialien, Knochen, Schlempe ꝛc. wahrnehmen; in diesem Falle, der uns hier beschäftigt, nennt man den Proceß eine Verkohlung.

Die Vorgänge der Verkohlung oder trockenen Destillation haben, obgleich die Destillationsproducte aller dieser durch die Hitze zersetzlichen Substanzen je nach der Natur der letzteren in chemischer Beziehung wesentlich verschieden sind, doch meistens das gemeinsam, daß Gase und Dämpfe, die sich zu Flüssigkeiten verdichten, entweichen, während viel Kohlenstoff oder sehr kohlenstoffreiche Körper und die etwa vorhanden gewesenen Aschenbestandtheile zurückbleiben.

Eine jede derartige Zersetzung durch höhere Temperatur verläuft ganz allgemein in der Weise, daß zunächst das hygroskopische Wasser entweicht und dann mit zunehmender Temperatur die flüchtigen Elemente, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, sich in Gasform von dem Kohlenstoff zu trennen streben, und sich theils unter einander, theils mit dem nicht flüchtigen Kohlenstoff zu flüchtigen Substanzen vereinigen, und dies in um so reichlicherem Maße, je höher die Temperatur steigt. Die Menge der entstehenden Zersetzungsproducte ist abhängig von dem Verhältniß zwischen Sauerstoff und Wasserstoff in der zu verkohlenden Substanz, und zwar derart, daß sie um so größer ist, je reicher ein Material an Wasserstoff ist und je mehr der Sauerstoff zurücktritt.

Man hat gewöhnlich angenommen, daß die trockene Destillation von Kohle, bituminösen Schiefern, Wolle und derartigen Substanzen ziemlich unbestimmter Natur ist und keine wiederkehrende Regelmäßigkeit zeigt, wie wir dies beispielsweise bei der Zersetzung der Salze organischer Säuren, z. B. essigsaurem Kali, sehen, bei welchen immer die gleichen, bestimmten Ergebnisse eintreten. Diese Annahme hat Mills[1]) durch eine Reihe interessanter Versuche widerlegt, deren Hauptergebnisse wir nachstehend mittheilen.

Es steht wohl fest, daß Kohle aus Holzsubstanz oder unreiner Cellulose, $n\,C_6H_{10}O_5$, unter dem Einfluß von Hitze, Druck und Zeit entstanden ist. Aus Violette's Ergebnissen über Destillation von Holz geht hervor, daß die Hitze hauptsächlich wasserabspaltend wirkt. Mills hat nun gefunden, daß die Zusammensetzung des Destillationsrückstandes der genannten Materialien bei einer Zersetzungstemperatur von etwa 185° der allgemeinen Formel $n\,C_6H_8O_4$, bei einer Temperatur von etwa 220° $n\,C_6H_6O_3$, und bei etwa 430° der Zusammensetzung $n\,C_6H_2O$ entspricht. Der Endzustand wäre jedenfalls $n\,C_6$ oder $2.n\,C_3$, läßt sich aber unter gewöhnlichen Versuchsbedingungen nicht erreichen.

Auch aus Versuchen von Foster[2]) geht hervor, daß wahrscheinlich den organischen Substanzen, welche verschiedene Arten Kohlen zusammensetzen, eine fundamentale Einheit C_3 zu Grunde liegt, und daß bei der trockenen Destillation ein einfaches Verhältniß des im Theere, im Gase und in freiem Zustande abgeschiedenen Kohlenstoffs besteht. Seine mittleren Resultate, abgesehen von Schwefel, Stickstoff, Feuchtigkeit und Asche, entsprechen folgenden Beziehungen:

a) Für Yorkshire- und Durhamkohle:

	$\underbrace{2\,C_{24}H_{18}O}$	$=$	$\underbrace{33\,C}$	$+$	$\underbrace{C_{15}H_{34}O}$	$+$	$\underbrace{H_2O}$
	org. Subst. in der Kohle		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		61,5		35,7		2,8
gef.:	—		61,5		38,5		

[1]) Journ. of the Soc. of chem. Ind. 1885, p. 325. — [2]) Proc. of the Inst. of Civ. Eng. April 1884.

b) Für ſchottiſche Cannelkohle:

	$2\,C_{12}H_{12}O$	$=$	$12\,C$	$+$	$C_{12}H_{22}O$	$+$	H_2O
	org. Subſt. in der Kohle		feſter Kohlenſtoff		Gas und Theer		org. Waſſer
ber.:	100		41,9		52,9		5,2
gef.:	—		41,3		58,7		

Mills hat gezeigt, daß die organiſche Subſtanz eines ſchottiſchen Durchſchnitts-Oelſchiefers genau die Zuſammenſetzung $C_6H_{10}O$ hat und daß derſelbe bei mäßiger Temperatur nach folgender Gleichung zerfällt:

	$7\,C_6H_{10}O$	$=$	$18\,C$	$+$	$C_{24}H_{62}O_3$	$+$	$4\,H_2O$
			feſter Kohlenſtoff		Gas und Oel		org. Waſſer
ber.:	100		31,5		58,0		10,5
gef.:	—		31,2		58,3		10,5

Bei einer hohen Temperatur dagegen haben wir die Gleichung:

	$7\,C_6H_{10}O$	$=$	$6\,C$	$+$	$C_{36}H_{62}O_3$	$+$	$4\,H_2O$
			feſter Kohlenſtoff		Gas und Theer		org. Waſſer
ber.:	100		10,5		79		10,5
gef.:	—		12,8		76		11,2

Aehnliche Verhältniſſe konnte er für Cannel- und Bogheadkohle conſtatiren. Durch zahlreiche andere Verſuche zeigte Mills, daß auch die Verkohlung von Celluloſe, Cannoſe und Wolle immer mit ziemlicher Regelmäßigkeit nach dieſer C_3-Einheit oder Vielfachen derſelben vor ſich geht. Beiſpielsweiſe zerfällt Celluloſe nach folgender Gleichung:

	$3\,C_6H_{10}O_5$	$=$	$12\,C$	$+$	$C_6H_8O_4$	$+$	$11\,H_2O$
	org. Subſt. der Celluloſe		feſter Kohlenſtoff		Gas und Theer		org. Waſſer
ber.:	100		29,6		29,6		40,8
gef.:	—		27,6		30,0		39,4

Für Cannoſe iſt die Gleichung folgende:

	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$=$	$9\,C$	$+$	C_3H_2O	$+$	$10\,H_2O$
	org. Subſtanz		feſter Kohlenſtoff		Gas und Theer		org. Waſſer
ber.:	—		31,6		15,8		52,6
gef.:	—		31,5		17,7		50,8

Dieſe Verhältniſſe ſprechen ganz augenſcheinlich zu Gunſten des beſtimmten Verlaufs der Verkohlung genannter Materialien. Es iſt wahrſcheinlich, daß die organiſche Subſtanz in denſelben immer durch die Formel $n\,C_3$ ausgedrückt werden

kann, und daß eine sehr einfache Beziehung zwischen dem Kohlenstoff der festen Kohle auf der einen Seite und jenem des Gases und Theers oder Oels auf der anderen Seite existirt. Es ist ebenso klar, daß C_3 die fundamentale Einheit dieser Wirkungen ist, und daß die Vertheilung des Kohlenstoffs in Theer, Gas und rückständige Kohle nur nach dieser Einheit oder Vielfachen derselben geschehen kann. Diese C_3-Einheit zeigt sich sogar in der Zusammensetzung der Gase und Theere. Nach Frankland ist die mittlere Zusammensetzung von 15 Gasproben $= C_{36} H_{140} O_6$ und Mills fand bei Außerachtlassung des Stickstoff- und Schwefelgehalts für

Theer aus London . . . . . $C_{21} H_{22} O_3$,
„ „ schottischer Cannelkohle $C_{18} H_{20} O$.

Was den festen Rückstand anbelangt, der uns hier in erster Linie interessirt, so besteht derselbe im Wesentlichen, wenigstens nach der seither geltenden Annahme, aus Kohlenstoff; die Verschiedenheit zwischen Kohlen verschiedener Abstammung, wie Knochenkohle, Holzkohle, Steinkohlenkohle, beruht hauptsächlich darauf, daß mit dem als Rest der organischen Substanz übrig gebliebenen Kohlenstoff je nach der Art des Materials verschiedene Arten und Gewichtsmengen von Mineralsubstanzen innig gemengt sind. Außerdem wird in der Technik die trockene Destillation bei sehr verschiedenen Temperaturen ausgeführt, ein Umstand, der insofern eine Rolle zu spielen scheint, als dadurch die physikalische Beschaffenheit der Kohle modificirt wird, was vermuthlich mindestens ebenso wichtig ist, als die Verschiedenheit der Ausgangsmaterialien. Nach Lunge[1]) ist es übrigens sehr möglich, daß die Molecüle des Kohlenstoffs in der Holzkohle, dem Koks ꝛc. nicht aus derselben Anzahl von Atomen bestehen. Endlich ist es sicher, daß in diesen Körpern neben dem freien Kohlenstoff auch noch Verbindungen mit Wasserstoff und Sauerstoff vorkommen, deren Isolirung oder selbst Erkennung bis jetzt noch nicht geglückt ist. Trotz alledem steht es fest, daß der organische Theil aller kohligen Rückstände, soweit es die chemischen Hülfsmittel bis jetzt zu unterscheiden vermögen, keine großen Verschiedenheiten darbietet.

Hinsichtlich der Ausbeute und Qualität der Kohlenrückstände für ein und dasselbe Material ist die Verkohlungstemperatur von entscheidendem Einfluß, so zwar, daß je nach der Leitung der Destillation deren Ausbeute um 50 Proc. schwanken kann. Wir haben bereits oben angedeutet, daß in allen Fällen zuerst das mechanisch gebundene, hygroskopische Wasser entweicht, daß dann erst die Theerproducte folgen und endlich bei noch höherer Temperatur Kohlenwasserstoffgase und Kohlenoxyd, deren Quantität von der Temperatur der in Zersetzung begriffenen Substanz abhängt.

Werden die zu verkohlenden Substanzen einer langsam steigenden Temperatur ausgesetzt, so entweicht das hygroskopische und chemisch gebundene Wasser unterhalb der Temperatur, bei welcher eine lebhafte Zersetzung eintritt, und das Wasser kann keinen zerstörenden Einfluß mehr auf den Rückstand ausüben, in Folge dessen eine größere Ausbeute an Kohle erfolgt. Wird hingegen

[1]) Die Industrie der Steinkohlentheer-Destillation. Braunschweig 1882, S. 1.

b) Für schottische Cannelkohle:

	$2\,C_{12}H_{12}O$	$=$	$12\,C$	$+$	$C_{12}H_{22}O$	$+$	H_2O
	org. Subst. in der Kohle		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		41,9		52,9		5,2
gef.:	—		41,3		58,7		

Mills hat gezeigt, daß die organische Substanz eines schottischen Durchschnitts-Oelschiefers genau die Zusammensetzung $C_6H_{10}O$ hat und daß derselbe bei mäßiger Temperatur nach folgender Gleichung zerfällt:

	$7\,C_6H_{10}O$	$=$	$18\,C$	$+$	$C_{24}H_{62}O_3$	$+$	$4\,H_2O$
			fester Kohlenstoff		Gas und Oel		org. Wasser
ber.:	100		31,5		58,0		10,5
gef.:	—		31,2		58,3		10,5

Bei einer hohen Temperatur dagegen haben wir die Gleichung:

	$7\,C_6H_{10}O$	$=$	$6\,C$	$+$	$C_{36}H_{62}O_3$	$+$	$4\,H_2O$
			fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		10,5		79		10,5
gef.:	—		12,8		76		11,2

Aehnliche Verhältnisse konnte er für Cannel- und Bogheadkohle constatiren. Durch zahlreiche andere Versuche zeigte Mills, daß auch die Verkohlung von Cellulose, Cannose und Wolle immer mit ziemlicher Regelmäßigkeit nach dieser C_3-Einheit oder Vielfachen derselben vor sich geht. Beispielsweise zerfällt Cellulose nach folgender Gleichung:

	$3\,C_6H_{10}O_5$	$=$	$12\,C$	$+$	$C_6H_8O_4$	$+$	$11\,H_2O$
	org. Subst. der Cellulose		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	100		29,6		29,6		40,8
gef.:	—		27,6		30,0		39,4

Für Cannose ist die Gleichung folgende:

	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$=$	$9\,C$	$+$	C_3H_2O	$+$	$10\,H_2O$
	org. Substanz		fester Kohlenstoff		Gas und Theer		org. Wasser
ber.:	—		31,6		15,8		52,6
gef.:	—		31,5		17,7		50,8

Diese Verhältnisse sprechen ganz augenscheinlich zu Gunsten des bestimmten Verlaufs der Verkohlung genannter Materialien. Es ist wahrscheinlich, daß die organische Substanz in denselben immer durch die Formel $n\,C_3$ ausgedrückt werden

kann, und daß eine sehr einfache Beziehung zwischen dem Kohlenstoff der festen Kohle auf der einen Seite und jenem des Gases und Theers oder Oels auf der anderen Seite existirt. Es ist ebenso klar, daß C_3 die fundamentale Einheit dieser Wirkungen ist, und daß die Vertheilung des Kohlenstoffs in Theer, Gas und rückständige Kohle nur nach dieser Einheit oder Vielfachen derselben geschehen kann. Diese C_3-Einheit zeigt sich sogar in der Zusammensetzung der Gase und Theere. Nach Frankland ist die mittlere Zusammensetzung von 15 Gasproben $= C_{36} H_{140} O_6$ und Mills fand bei Außerachtlassung des Stickstoff- und Schwefelgehalts für

Theer aus London . . . . . $C_{21} H_{22} O_3$,
„ „ schottischer Cannelkohle $C_{18} H_{20} O$.

Was den festen Rückstand anbelangt, der uns hier in erster Linie interessirt, so besteht derselbe im Wesentlichen, wenigstens nach der seither geltenden Annahme, aus Kohlenstoff; die Verschiedenheit zwischen Kohlen verschiedener Abstammung, wie Knochenkohle, Holzkohle, Steinkohlenkohle, beruht hauptsächlich darauf, daß mit dem als Rest der organischen Substanz übrig gebliebenen Kohlenstoff je nach der Art des Materials verschiedene Arten und Gewichtsmengen von Mineralsubstanzen innig gemengt sind. Außerdem wird in der Technik die trockene Destillation bei sehr verschiedenen Temperaturen ausgeführt, ein Umstand, der insofern eine Rolle zu spielen scheint, als dadurch die physikalische Beschaffenheit der Kohle modificirt wird, was vermuthlich mindestens ebenso wichtig ist, als die Verschiedenheit der Ausgangsmaterialien. Nach Lunge[1]) ist es übrigens sehr möglich, daß die Molecüle des Kohlenstoffs in der Holzkohle, dem Koks ꝛc. nicht aus derselben Anzahl von Atomen bestehen. Endlich ist es sicher, daß in diesen Körpern neben dem freien Kohlenstoff auch noch Verbindungen mit Wasserstoff und Sauerstoff vorkommen, deren Isolirung oder selbst Erkennung bis jetzt noch nicht geglückt ist. Trotz alledem steht es fest, daß der organische Theil aller kohligen Rückstände, soweit es die chemischen Hülfsmittel bis jetzt zu unterscheiden vermögen, keine großen Verschiedenheiten darbietet.

Hinsichtlich der Ausbeute und Qualität der Kohlenrückstände für ein und dasselbe Material ist die Verkohlungstemperatur von entscheidendem Einfluß, so zwar, daß je nach der Leitung der Destillation deren Ausbeute um 50 Proc. schwanken kann. Wir haben bereits oben angedeutet, daß in allen Fällen zuerst das mechanisch gebundene, hygroskopische Wasser entweicht, daß dann erst die Theerproducte folgen und endlich bei noch höherer Temperatur Kohlenwasserstoffgase und Kohlenoxyd, deren Quantität von der Temperatur der in Zersetzung begriffenen Substanz abhängt.

Werden die zu verkohlenden Substanzen einer langsam steigenden Temperatur ausgesetzt, so entweicht das hygroskopische und chemisch gebundene Wasser unterhalb der Temperatur, bei welcher eine lebhafte Zersetzung eintritt, und das Wasser kann keinen zerstörenden Einfluß mehr auf den Rückstand ausüben, in Folge dessen eine größere Ausbeute an Kohle erfolgt. Wird hingegen

[1]) Die Industrie der Steinkohlentheer-Destillation. Braunschweig 1882, S. 1.

das Holz rasch auf eine hohe Temperatur gebracht und darin erhalten, so wirken die noch nicht entfernten Wasserdämpfe, sowie Kohlensäure auf den bereits glühenden Kohlenstoff ein; erstere erzeugen damit Wasserstoff und Kohlenoxydgas, letztere Kohlenoxydgas, und das Ausbringen an fester Kohle nimmt um so mehr ab, je rascher und höher die Temperatur steigt, weil sich damit auch die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zu den flüchtigen Elementen steigert. Dies geht zur Evidenz aus den bereits mitgetheilten Versuchen von Mills und aus den nachfolgenden von demselben Autor hervor: die organische Substanz der Durchschnittscannelkohle hat die Zusammensetzung $C_9H_{12}O$. Sie zerfällt bei hoher Temperatur nach folgendem Schema:

	$4\,C_9H_{12}O$	=	$24\,C$	+	$C_{12}H_{46}O_3$	+	H_2O
ber.:	100		52,9		43,8		3,3
gef.:	—		52,5		43,9		3,6

bei niedriger dagegen:

	$4\,C_9H_{12}O$	=	$27\,C$	+	$C_9H_{46}O_3$	+	H_2O
ber.:	100		59,6		37,1		3,3
gef.:	—		58,1		38,1		3,6

Desgleichen zerfällt Bogheadkohle, wie folgt, bei niedriger Temperatur:

	$3\,C_{12}H_{20}O$	=	$15\,C$	+	$C_{21}H_{58}O_2$	+	H_2O
ber.:	100		33,3		63,3		3,3
gef.:	—		33,3		64,1		2,6

bei hoher Temperatur:

	$3\,C_{12}H_{20}O$	=	$16\,C$	+	$C_{30}H_{58}O_2$	+	H_2O
ber.:	100		13,3		83,3		3,3
gef.:	—		12,8		84,6		2,6

Nach Karsten[1]) erzielt man bei der raschen Verkohlung des Holzes nur halb so viel Kohle, als bei langsam geleiteter Operation erhalten wird. Zu dem gleichen Resultate gelangte auch Violette[2]), dem wir die genauesten Studien über die Verkohlung des Holzes, sowie über den Einfluß der verschiedenen Temperaturen dabei verdanken. Endlich fand Pettenkofer[3]), daß man aus Holz bei niedriger Temperatur ein zur Beleuchtung unbrauchbares, kohlenstoffarmes Gas erhält, während bei höherer Temperatur ein dem Steinkohlengas ähnliches Product erfolgt, indem der im letzteren Falle bei der Verkohlung verloren gehende Kohlenstoff ins Leuchtgas übergeht.

Daraus geht für unsere Zwecke ohne Weiteres hervor, daß man, um eine gute Ausbeute zu erzielen, möglichst getrocknetes Material anzuwenden hat und dies nicht plötzlich einer sehr starken Hitze aussetzen darf, sondern allmälig anheizen muß, um dem verdampfenden Wasser Gelegenheit zu geben, abzuziehen, ehe der kohlige Rückstand zu stark erhitzt ist.

---

[1]) Metallurgie 3, 34. — [2]) Dingler's Journ. 123, 117. — [3]) Journ. f. prakt. Chemie 71, 385.

Weit mehr als in der Beschaffenheit des kohligen Rückstandes kommen die Verschiedenheiten des hier in Frage stehenden Ausgangsmaterials in der Qualität der flüchtigen Destillationsproducte zum Ausdruck. Beim Holze, dessen Stickstoffgehalt sehr gering ist, sind die Producte des wässerigen Destillates saurer Natur, indem in ihnen Essigsäure neben Holzgeist und Aceton die größte Rolle spielt; das ölige Destillat, der Holztheer, besteht hauptsächlich aus Phenolen und Derivaten derselben. Aehnlich verhalten sich fossile Pflanzenreste jüngerer Formationen, wie Torf, Braunkohle ꝛc., welche übrigens bisweilen, wenn sie älteren Ursprungs sind, ein ammoniakalisches Destillat liefern, während der Theer desselben hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen der Fettreihe besteht. Thierische Substanzen, wie Knochen, Horn ꝛc., liefern ein wässeriges Destillat, bestehend aus einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, die durch theerige Producte verunreinigt ist; der ölige Theil besteht aus allen möglichen Zersetzungsproducten stickstoffhaltiger organischer Substanzen, Kohlenwasserstoffen, hauptsächlich aber Basen der aromatischen und Fettreihe, sowie indifferenten stickstoffhaltigen Körpern.

Die Verarbeitung aller dieser Producte ist Gegenstand einer Reihe von blühenden Industriezweigen, und kann um so eher hier übergangen werden, als sich ihre besondere Gewinnung kaum verlohnt, wenn es sich bloß um die Erzeugung von Schwärze handelt, und die Darstellung von Kohlenproducten zu anderen als tinctorialen Zwecken ausgeschlossen ist. Zudem ist die Literatur nicht arm an guten Specialwerken für die einzelnen Gegenstände, so daß sich Derjenige, der sich speciell für etwaige Verwerthung der Destillationsproducte interessirt, rasch orientiren kann.

Materialien zur Schwärzefabrikation.

Bei der Erzeugung von Schwärzen kommt es in erster Linie darauf an, ein Material zu besitzen, welches beim Verkohlen eine lockere Kohle liefert, die sich leicht in ein feines Pulver verwandeln läßt. Es ist dabei natürlich auch nicht gleichgültig, in welchen Apparaten und bei welchen Temperaturen man die Verkohlung vornimmt. Neben der Güte des Materials hängt hiervon hauptsächlich die Qualität des zu erzielenden Schwarz ab. Namentlich die Temperatur spielt eine sehr große Rolle. Erhitzt man z. B. das zu verarbeitende Material bis zur hellen Rothgluht, so resultirt ein fester, glänzender Koks, welcher beim darauffolgenden Mahlen ein unansehnliches grünstichiges Schwarz liefert, während aus demselben Material bei dunkler Rothgluht ein außerordentlich tiefes, sammtartiges, zartes Schwarz entsteht. Materialien, welche bei der Verkohlung eine feste Kohle in Stücken liefern, eignen sich nicht zur Fabrikation der Schwärzen, z. B. verschiedenes Stammholz, während andere, welche sich in weniger compactem Zustande oder in loserer Vereinigung befinden, sich ausgezeichnet hierzu verwenden lassen.

Die Wahl des Materials ist also mit die Hauptsache bei der Fabrikation der Schwärze und diese ergiebt sich schon von selbst, wenn wir die Namen der verschiedenen Schwärzen uns vergegenwärtigen. Wir haben Weinschwarz, Reb-

schwarz, Frankfurter Schwarz, Pariser Schwarz, Drusenschwarz aus Rückständen der Weinbereitung, Hefe und Treber; ferner Spanisch-Schwarz aus Korkabfällen, Kernschwarz aus Nuß- und Mandelschalen sowie Kernen des Steinobst, Elfenbeinschwarz, Beinschwarz aus Elfenbein- und Knochenabfällen und dergleichen mehr. Wir sehen also, daß hauptsächlich gewisse Rückstände auf Schwarz verwerthet werden. Sehr gut sollen sich noch eignen Oelkuchen, Obstweintrester, Roßkastanien, Hopfenranken, Weiden-, Pappel-, Linden- und Erlenholz, Haselnußstauden, sowie das Holz vom Faulbaum, der Traubenkirsche und vom Spindelbaum. Diese Materialien sind ohne Zweifel schon alle auf Schwärze verarbeitet worden und diesem Umstande verdanken wir die mannigfache Anzahl von Namen für denselben Gegenstand, die heute indessen nur mehr die Rolle einer Qualitätsbezeichnung spielen.

Man fabricirt jetzt die Schwärzen aus Materialien, die leichter zu beschaffen und leichter zu verarbeiten sind. Oft geht daher im Handel eine Schwärze unter dem Namen Rebschwarz, die aus einem viel gewöhnlicheren Material, vielleicht Braunkohle oder bituminösem Schiefer, hergestellt ist. Man kann daher ohne Uebertreibung behaupten, das Hauptmaterial zur Darstellung aller oben genannten Schwärzen liefern gewisse Braunkohlenflötze und bituminöse Schieferablagerungen, während die Rückstände der Weinbereitung nur in zweiter Linie in Betracht kommen. Dies kommt nicht etwa daher, daß die Weinrückstände höher im Preise stehen, sondern es ist dies lediglich dem Umstande zuzuschreiben, daß dieselben vor ihrer Verwendung in Folge ihres hohen Feuchtigkeitsgehaltes eine weit umständlichere Behandlung beanspruchen, welche zu der vielleicht etwas besseren Qualität des resultirenden Productes in keinem Verhältniß steht. So viel steht fest, daß die bis in die neueste Zeit schwunghaft betriebene Fabrikation von Rebschwarz durch die Fabrikation des gleichen Productes aus anderen Materialien mehr und mehr verdrängt wird. Dies ist eine ganz natürliche Folge der Verhältnisse, da jene anderen Materialien fortwährend und zu billigem Preise zu haben sind, während Trester und Hefe, auch als ein gutes Viehfutter geschätzt, dem entsprechend im Preise stehen und nicht immer in den erwünschten Quantitäten zu beziehen sind. Außerdem bedingt die Verarbeitung von Weinrückständen in allen Fällen einen gewissen Aufwand von Transportkosten, welcher bei Braunkohlen oder bituminösen Schiefern fortfällt, da man hier in der Lage ist, sein Etablissement in unmittelbarer Nähe der Fundorte anzulegen. Die Fabrikation der Schwärze kann daher vortheilhaft mit der Kohkerei oder Theerschweelerei in Verbindung gebracht werden, um so mehr, als für beide Industriezweige die Arbeit bis zu einem gewissen Punkte dieselbe ist. Man hat in diesem Falle sogar noch den Vortheil, daß man, natürlich bei sorgfältiger Auswahl, alle jene Producte auf Schwärze verarbeitet, welche sich als Koks nicht wohl verwerthen lassen.

Hier ist der Ort, um über die Natur des Rohmaterials das Wissenswertheste einzuflechten. Trester und Hefe, sowie die übrigen Abfälle anderer Gewerbe und Industrien werden der Natur der Sache nach stets annähernd die gleiche Qualität haben. Man wird also bei ihrer Verarbeitung nicht in die Lage kommen, eine besondere Auswahl treffen zu müssen. Trester und Hefe werden zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten stets dasselbe Schwarz liefern, wenn anders

sie unter gleichen Bedingungen verkohlt und präparirt worden sind. Anders dagegen ist es mit den fossilen Brennmaterialien, der Braunkohle und dem bituminösen Schiefer, die je nach ihren besonderen Ablagerungsverhältnissen ein anderes Verhalten zeigen.

Was zunächst die Braunkohlen anbelangt, so steht es fest, daß dieselben bereits den alten Griechen bekannt waren, daß aber die erste richtige Erklärung ihrer Entstehung erst gegen das Jahr 1540 von einem Deutschen, Valerius Cordus, gegeben worden ist. Sie finden sich in der Natur meist in Flötzen von beschränkter Flächenausdehnung, häufig von großer Mächtigkeit und variirend von 8 bis etwa 40 cm. Sie bilden mit Ablagerungen von Sand, Sandstein Kalkstein, Mergel und Thon die sogenannte Braunkohlenformation des Tertiärs, finden sich aber zuweilen auch als Ablagerungen im Diluvium und Alluvium. Ihre Entstehung ist auf die Verwesung und Vermoderung der Flora jener Formationen zurückzuführen, und sie zeigen je nach dem Vorschreiten jener Zersetzungen eine große Verschiedenheit in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften. Es ist schon mehrfach gelungen, die Umwandlung von Grubenzimmerung in Braunkohlen in nachweisbarer Zeit zu beobachten, so daß über die Art ihrer Entstehung ein Zweifel nicht mehr obwalten kann.

Manche Sorten von Braunkohlen können leicht mit Steinkohle verwechselt werden, doch giebt es gewisse Unterscheidungsmerkmale, die sich auf das Verhalten beider Fossilien zu chemischen Reagentien gründen. So lösen nach Fremy caustische und unterchlorigsaure Alkalien, Salpetersäure, fossiles Holz und holzartige Braunkohlen, nicht aber Steinkohlen. Morawsky und Schinnerer[1]) fanden, daß Braunkohlen unter dem Einfluß der schmelzenden Alkalien stets Brenzcatechin lieferten, während Steinkohlen diesen Körper nicht gaben. Zincken[2]) glaubt, daß derartige Unterschiede für das relative Alter der Kohlen nicht maßgebend sein dürfen und betrachtet als Braunkohle alle diejenigen Vorkommen, welche sich auf die Tertiärperioden erstrecken. Ein weiteres Kennzeichen zur Unterscheidung ist auch dies, daß die Grubengase, welche bei der Förderung frei werden, nicht wie bei der Steinkohle aus Kohlenwasserstoffen, sondern vornehmlich aus Kohlensäure bestehen[3]).

Was die verschiedenen Arten der Braunkohle anbelangt, so unterscheidet man faserige Braunkohle oder Lignit, muschelige und erdige Braunkohle. Jede dieser nach dem Alter und der Beschaffenheit der Rohrpflanzen, woraus sie entstanden sind, und im Zusammenhang damit nach ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung verschiedenen Species zerfällt in eine Reihe einzelner Varietäten.

Lignit oder faserige Braunkohle bildet mehr oder weniger fossile Holzmassen, zuweilen mächtige Stämme von 3 m Durchmesser mit 3780 Jahresringen und vollständig erhaltener Holzstructur. Er ist von dunkelbrauner bis gelber Farbe, hat eine Härte von 1 bis 2, ein specifisches Gewicht von 0,5 bis 1,4 und einen dem Charakter des Holzes entsprechenden Bruch. Varietäten sind Bastkohle und Nadelkohle.

---

[1]) Dingl. Journ. 204, 167. — [2]) Die Braunkohle und ihre Verwerthung. Hannover 1865. — [3]) Kolbe, Journ. f. prakt. Chemie 1872, 6, 79.

Zu den muscheligen Braunkohlen gehören die Moorkohle, welche in derben Massen, ohne Holztextur vorkommt; sie hat flachmuscheligen Bruch, ist dickschieferig, meist locker, schwammig und zerbrechlich, von dunkelbrauner bis pechschwarzer Farbe. Specif. Gewicht 1,2 bis 1,3. Sie ist meist Begleiter des Lignits und findet sich dann in seinen unteren Schichten. Ferner ist hierher zu rechnen die Pechkohle von schwarzbrauner bis pechschwarzer Farbe, unvollkommenem Bruch, Fettglanz und braunem Strich. Härte 2,5; specif. Gewicht 1,2 bis 1,3. Sie findet sich in der Nähe eruptiver, feurigflüssig gewesener Gesteinsmassen. Glanzkohle, eine derbe, dunkelschwarze Kohle von starkem Glanz und vollkommen muschelig. Sie repräsentirt die eigentliche Muschelkohle, besitzt eine Härte von 2,5 bis 3,0 und ein specifisches Gewicht von 1,2 bis 1,5. Hierher gehört auch noch der Gagat, der unter dem Namen Jet zu Schmucksachen verarbeit wird.

Die bis jetzt genannten Arten und Varietäten eignen sich sammt und sonders gut zur Erzeugung von Schwärze; dagegen ist die erdige oder gemeine Braunkohle hierzu nicht zu verwenden, da sie in Folge ihrer mehr erdigen Beschaffenheit ein viel zu geringes Product liefern würde. Sie fühlt sich rauh an, ist ohne alle organische Structur, mehr oder weniger zerreiblich und von hell- bis dunkelbrauner Farbe. Dies läßt sich indessen nur ganz allgemein sagen und es wechselt für den einzelnen Fall die Beschaffenheit der Braunkohle außerordentlich. Ob eine solche zur Schwärzefabrikation brauchbar ist, läßt sich am besten durch den Versuch entscheiden. Aus einer Reihe von Versuchen schließt Matthey, daß die gasreichsten, somit eine geringe Ausbeute an Koks gebenden, die geeignetsten, böhmische und verwandte Qualitäten somit von vornherein auszuschließen sind. Der Aschengehalt der Braunkohlen schwankt zwischen 1 bis 58 Proc. (durchschnittlich 5 bis 15 Proc.) und zwar besitzt die erdige Braunkohle durchweg für das gleiche Vorkommen den höheren Aschengehalt. Die in den Braunkohlen enthaltene organische Substanz besitzt im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	63 Proc.
Wasserstoff	5 „
Sauerstoff	32 „
	100 Proc.

Was die Productionsverhältnisse der Braunkohle anbelangt, so förderte Deutschland im Jahre 1872 9018053 t à 1000 kg, und zwar entfallen davon auf Preußen 82,61 Proc., Sachsen 6,67 Proc., Anhalt 5,18 Proc., Bayern 0,13 Proc., Elsaß-Lothringen 0,02 Proc., thüringische Staaten 2,76 Proc., Braunschweig 2,06 Proc., Hessen 0,52 Proc. und Mecklenburg 0,05 Proc. 1881 betrug dieselbe schon 12852324 t und stieg im Jahre 1882 auf 13259616 t, die sich wohl annähernd in gleichem Verhältniß auf die einzelnen deutschen Staaten vertheilen dürften.

Was das zweite fossile Rohmaterial, die bituminösen Schiefer, Papier- oder Blätterschiefer, anbelangt, so ist die Verbreitung derselben im Sedimentärgestein ganz allgemein. Sie sind durchaus nicht an die Kohlenflötze gebunden sondern sie finden sich noch in zahllosen anderen Gesteinen, wie im

Zechstein, Lias, Kohlengebirge ꝛc. Es sind dies der Boghead-kohle sich nähernde thonige und mergelige Schiefer, welche wegen ihres Gehaltes an Bitumen mit rußender Flamme am Lichte brennen. Ihr Vorkommen ist ein sehr verbreitetes; in Deutschland finden sich solche Schiefer unter anderem im Siebengebirge, am Rhein bei Bonn, bei Bielefeld, Bruchsal und hauptsächlich in Württemberg bei Reutlingen, wo nach der Berechnung Quenstedt's[1]) eine einzige Quadratmeile des bituminösen Schiefers im oberen Lias (Posidonienschiefer) mindestens 200 Millionen Zentner Schieferöl zu liefern im Stande ist. Weitere bedeutende Lager finden sich zu Bouvant und Autun in Frankreich, sowie in Ungarn und im Banat.

Man hat auch versucht, durch Mischen geeigneter organischer und unorganischer Substanzen in passenden Verhältnissen ein brauchbares Material zur Schwärzeerzeugung zu gewinnen. Newton[2]) ließ sich in England 1854 ein Patent ertheilen auf die Darstellung von Schwärze aus einem Gemisch von 200 Thln. gelöschtem Kalk, 160 Thln. Gastheer und 18 Thln. Alaun. Der homogene Teig wird in Tiegeln oder Retorten stark erhitzt, und das Product bei Luftabschluß abkühlen lassen. Durch Aenderung des Verhältnisses zwischen Theer und Kalk sollen sich alle Nüancen zwischen Braun und Grau darstellen lassen.

Einen ähnlichen Vorschlag macht Gatehous[3]) in Bath; derselbe will Braunkohle mit Wasserglas tränken und dann der trockenen Destillation unterwerfen. Durch Verflüssigung der Dämpfe sollen Farbstoffe (?) erhalten werden, während der Destillationsrückstand als schwarze Farbe oder als Desinfectionsmittel Verwendung finden soll.

Fabrikation der Schwärze.

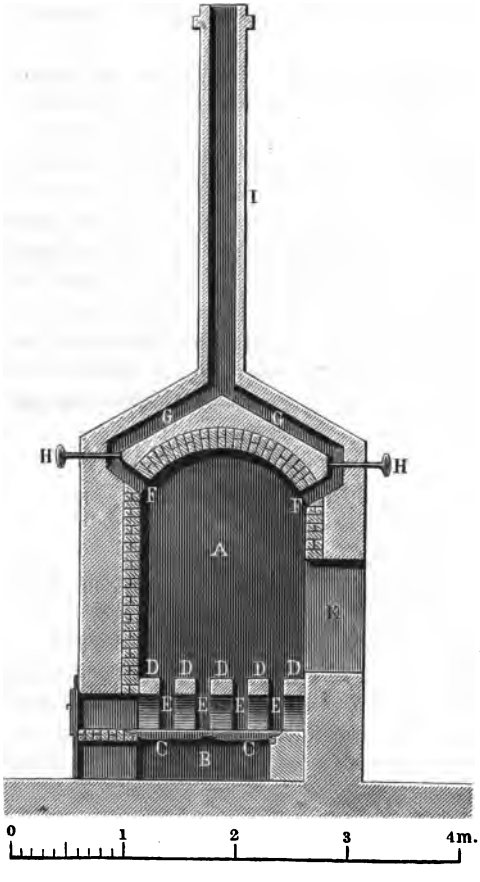
Die ersten Anfänge der fabrikmäßigen Erzeugung von Schwärze fallen in die Zeit der primitivsten Einrichtungen zur Gewinnung von Holzkohlen, die sogenannten Meiler. Man betrieb diese Fabrikation unter Berücksichtigung des eigenthümlichen Zustandes, in welchem sich das Material zur Schwärzeerzeugung befand, ganz wie die Meilerverkohlung, und obwohl diese Arbeitsweise in qualitativer wie in quantitativer Hinsicht nur ungünstige Resultate ergeben hat, so hat sich dies Verfahren doch bis in die neueste Zeit an einzelnen Orten erhalten, wenngleich es auch nirgends in fabrikmäßiger Ausdehnung betrieben wird. Torf und Braunkohle, sowie auch die übrigen oben angeführten Materialien schwinden nämlich bei der Meilerverkohlung derart, daß die Decke des Meilers Risse bekommt, wodurch viel Luft in das Innere eindringt. In Folge dessen verbrennt aber nicht allein ein großer Theil der gebildeten Kohle, sondern es findet auch eine so intensive Erhitzung der übrig bleibenden statt, daß sie beim Vermahlen ein minderwerthiges Product liefert, ganz abgesehen von der Verunreinigung, welche die Schwärze durch die Aschenbestandtheile der verbrennenden Kohle erleidet.

---

[1]) Epochen der Natur. Tübingen 1877, S. 195. — [2]) Dingl. Journ. 136, 398. — [3]) Engl. Pat. 1883, Nr. 1557.

Mit wenig besserem Erfolge hat man sich späterhin der geschlossenen Koksöfen bedient, wie sie noch heute in Schlesien theilweise zur Kokserzeugung aus Steinkohle im Gebrauch sind. Auch hier ist die Erhitzung des Materials eine zu ungleichmäßige, als daß man erwarten könnte, eine Kohle von brauchbarer Beschaffenheit zu erzielen; man war deshalb gezwungen, auch diese Fabrikationsweise zu verlassen, um sich schließlich einem Verfahren zuzuwenden, welches bereits seit langer Zeit zur Erzeugung von Knochenkohle in großem Maßstabe ausgeführt wurde und darin bestand, daß man die zerkleinerten Knochen in irdene oder eisene Töpfe brachte, und diese in einem Flammofen so lange der Glühhitze aussetzte, bis die Knochen gar gebrannt waren. Bei der Analogie der für die Darstellung der Schwärze maßgebenden Verhältnisse muß es Wunder nehmen, daß dies Verfahren nicht schon früher in Anwendung gekommen ist.

Fig. 34.



So entstanden nach einem Berichte von F. Matthey[1]) in Nassau und bei Kassel die ersten Anlagen, die, nach diesem Systeme arbeitend, unter Benutzung nur geringer Vorsichtsmaßregeln aus Braunkohle stets eine gleichmäßig tiefschwarze, lockere Kohle erzielten, die durch weitere Behandlung in entsprechenden Mahlvorrichtungen eine eben solche Schwärze lieferte. Derartige Anlagen sind in Folge der Einfachheit ihrer Construction sowie ihrer Billigkeit noch vielfach im Gebrauche, wenngleich sie auch durch solche mit continuirlichem Betriebe nach und nach verdrängt werden.

Wir haben die Beschreibung des obenstehenden Calcinirofens (Fig. 34) schon an einem anderen Orte gegeben und können uns also hier lediglich auf die

[1]) Deutsche Industriezeitung 1877, S. 204.

Schilderung des Verfahrens beschränken. Nachdem die Töpfe richtig gepackt sind, geschieht die Beschickung durch die Arbeitsöffnung auf die früher angegebene Weise und unter Beobachtung der dort angegebenen Vorsichtsmaßregeln in Bezug auf die Lutirung der Töpfe unter sich. Man sorgt dafür, daß der Ofen in circa 18 bis 20 Stunden die Dunkelrothgluht erreicht; die Destillationsproducte brechen sich in Menge durch die Fugen des Verstrichs Bahn, verbrennen mit dem überschüssigen Sauerstoff der zwischen den Töpfen aufsteigenden Feuergase und unterstützen dadurch wesentlich die Verkohlung im oberen Theil des Ofens. Es ist aus diesem Grunde eine gleichmäßige Erhitzung der ganzen Beschickung unschwer zu erreichen. Zur Umwandlung der Braunkohlen oder Weinrückstände in tiefschwarze Kohle genügt die Dunkelrothgluht während einer Zeitdauer von fünf bis sechs Stunden. Ein längeres Erhitzen oder höhere Temperatur können der Qualität des resultirenden Schwarz nur schädlich sein, insofern letzteres dann einen grünblauen Ton annimmt, der besonders nach dem Feinmahlen deutlich hervortritt.

Nach beendigter Operation müssen die Thüren der Feuerung sowie des Aschenfalls geschlossen und, wenn nöthig, mit Lehm verstrichen werden; man schließt auch die Schieber zum Schornstein und überläßt das Ganze bis zur genügenden Abkühlung sich selbst.

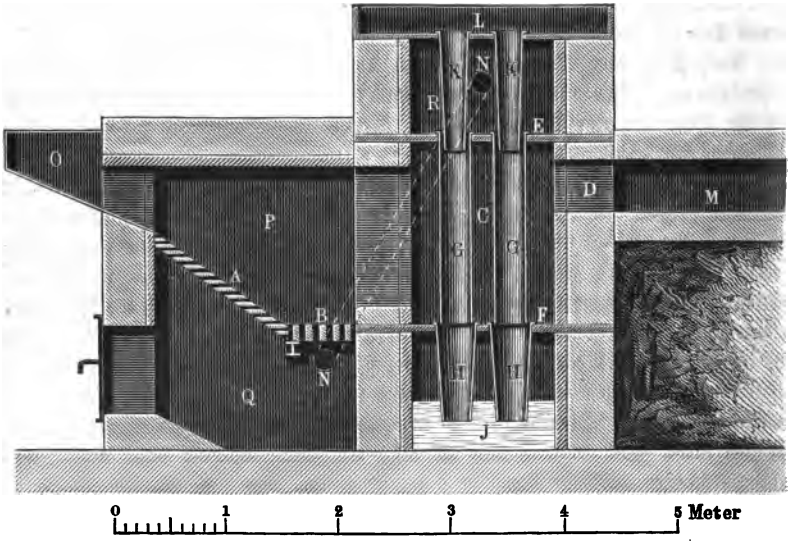
Man muß beim Entleeren des Ofens und der Töpfe mit größter Vorsicht zu Werke gehen; der Inhalt der Töpfe hat die Eigenschaften eines Pyrophors und entzündet sich, an die Luft gebracht, schon bei einer ziemlich niedrigen Temperatur. Matthey glaubt, daß dies von dem Gehalt dieser Kohle an fein vertheiltem freiem Schwefel herrührt, welcher sein Vorhandensein dem Gehalt der Braunkohlen ꝛc. an Sulfaten oder Schwefeleisen verdankt. Die Töpfe, namentlich jene im unteren Theil des Ofens, sind einer starken Abnutzung ausgesetzt; sie werfen sich leicht, zerspringen wohl auch hin und wieder und müssen daher öfters ausgewechselt werden. Dies und die intermittirende Art des Betriebes, welche nicht nur viel mehr Zeit, sondern auch unnöthig viel Brennmaterial beansprucht, veranlaßten größere Schwärzefabriken bald zur Anlage von Retortenöfen mit continuirlicher Verkohlung. Man hat diese Oefen in verschiedener Construction ausgeführt: sowohl mit liegenden als auch mit stehenden Retorten, mit Einrichtung zur Gewinnung der Nebenproducte, als auch zur Ausnutzung derselben als Heizmaterial bei dem Proceß selbst, für den Betrieb mit directer Feuerung wie für einen solchen mit überhitztem Dampf. Jedes dieser Systeme hat seine gewissen Vorzüge, die es in dem einen oder anderen Falle besser geeignet erscheinen lassen.

Was zunächst die Anlagen mit stehenden Retorten anbelangt, so verbindet man in der Regel damit keine Verwerthung der entstehenden Destillationsproducte durch Condensation, sondern man leitet dieselben unter die Feuerung, wo sie verbrennen und den Verkohlungsproceß unterstützen. Einen derartigen, continuirlich wirkenden Ofen (Fig. 35, a. f. S.) beschreibt Matthey [1]) und fügt hinzu, daß nach seinen bisherigen Ermittelungen dieser Ofen neben einigen anderen Systemen bei Weitem die Hauptmasse der zur Schwärzefabrikation dienenden Koks liefert. Derselbe besteht aus dem Feuerraume *P*, welcher oben durch ein flaches Gewölbe

[1]) Deutsche Industriezig. 1877, S. 204.

geſchloſſen iſt und ſich hinten nach oben und ſeitwärts in den eigentlichen Glühraum *C* von 1,32 m Länge, 0,90 m Breite und 1,66 m Höhe erweitert. Als Roſt hat ſich für Braunkohlenbrand ein Treppenroſt *A* von 1,63 m Länge und 0,72 m Breite bei einem Fallwinkel von 34° bewährt. An deſſen unteres, gleichzeitig auch inneres Ende ſchließt ſich ein kleiner Planroſt *B* an, durch deſſen horizontale Bewegungen vermittelſt einer Zugſtange ein Nachrollen des Brennmaterials aus dem Blechkaſten *O* veranlaßt wird. Die Seitenwände des Glühraumes ſind mit feuerfeſtem Material ausgemauert; die Rückſeite enthält zwei mehr hohe als breite Oeffnungen *D*, welche ſymmetriſch angebracht ſind und zum Abzuge der Feuergaſe nach dem Schornſtein dienen. Die Decke und der Boden des Glühraumes werden durch zwei ſtarke gußeiſerne Platten *E* und *F* von

Fig. 35.



mindeſtens 3 cm Dicke gebildet, mit je fünf kreisrunden Oeffnungen zur Aufnahme der Retorten *G* und der Kühlcylinder *H*. Die gußeiſernen Retorten haben eine Wandſtärke von 25 mm, eine Höhe von 1,69 m und eine lichte Weite von 220 mm. Sie werden durch die erwähnten fünf Oeffnungen der oberen Gußplatte hindurchgeſteckt, hängen ſich in letzterer mit ihrem ringförmigen, flantſchartigen Bord auf und reichen eben bis zu den correſpondirenden, für die Aufnahme der ſchwarzblechenen Kühlcylinder *H* beſtimmten, um ein weniges kleineren fünf Oeffnungen der unteren Gußplatte.

Die Kühlcylinder hängen gleichfalls durch Vermittelung eines Flantſch in derſelben Weiſe in der unteren Gußplatte; ſie haben eine etwas geringere Weite als die Retorten, von denen ſie gleichſam die Verlängerung nach unten bilden. Bei einer Länge von 0,83 m tauchen dieſelben 0,15 m tief in einen unter dem Glühraum befindlichen Waſſerbehälter *J*, ſo daß ſie von dem Boden des letzteren noch etwa 0,24 m abſtehen.

Zur Füllung der Retorten dienen fünf Trichter *K* von dünnem Gußeiſen, welche bei Beginn des Betriebes ſammt den Cylindern, den unteren wie den oberen, mit dem zu verbrennenden Material, oder beſſer dem Koks deſſelben, gefüllt werden. Dieſe Trichter haben unten einen geringeren Durchmeſſer als die Retorten, ſo daß zwiſchen den Wandungen beider ein Spielraum von ringsum 5 mm bleibt; ſie reichen mit ihrem Rande 5 cm in den Hals der Retorte hinein. Aus dem unteren Ende des Kühlcylinders tritt dabei ein deſſen Entfernung vom Boden des Waſſerbaſſins entſprechendes Quantum in Form eines kegelförmigen Haufens heraus. Sobald der Ofen auf Dunkelrothgluht gebracht iſt, zieht man vermittelſt einer genügend breiten Krücke jene ausgetretene Kohle ſeitwärts heraus; ein gleiches Quantum tritt ſofort aus dem Kühlcylinder an deſſen Stelle, ſowie ſich derſelbe gleichzeitig wieder aus der Retorte, dieſe aus dem Trichter und letzterer ſich aus dem Vorrathsraume über der oberen Platte *L* füllt. Jede ſolche Operation, die von zwei zu zwei Stunden vorzunehmen iſt, ergiebt pro Retorte 30 Liter Koks; bei anfänglicher Füllung mit Rohmaterial ſind die erſtentnommenen Partien ſelbſtverſtändlich aus dem Baſſin zu entfernen, bis nur wohl durchglühter Koks an die Reihe kommt.

Die in der Retorte in bedeutender Menge ſich entwickelnden Gaſe entweichen durch die ringförmige Spalte, die man abſichtlich zwiſchen dem Halſe der Retorte und dem Trichterfuß gelaſſen hat, und ſammeln ſich in dem Raume *R* zwiſchen der oberſten und mittleren Platte und werden durch ein genügend weites Rohr *N* unter die Feuerung geleitet, um mit der Verbrennungsluft in dieſelbe eingeſaugt und mit verbrannt zu werden.

Die Reibungswiderſtände, welche die Gaſe bei einem Austritte durch die im Trichter befindliche Schicht klarer Kohlen zu überwinden hätten, ſind merklich größer als die, welche ſie auf dem vorbezeichneten Wege vorfinden; nach unten hindert der Waſſerverſchluß ein Entweichen in dieſer Richtung, es iſt demnach beſondere Sorgfalt darauf zu verwenden, daß jene ſtets gefüllt erhalten bleiben, weil das Niveau der Kohle nicht allein periodiſch in Folge des Abziehens der Koks, ſondern auch außerdem continuirlich in Folge der ſteten Volumenreduction im Glühraume ſinkt.

Die Verkokung iſt eine viel gleichmäßigere und die Ausbeute eine weſentlich beſſere, wenn man zum Füllen der Retorten nur getrocknete Waare verwendet. Man hat aus dieſem Grunde den Rauchcanälen *M*, welche die Heizgaſe nach dem Kamin führen, eine ſolche Form gegeben, daß es möglich iſt, die abgehende Wärme zum Trocknen des Rohmaterials zu verwenden. Man giebt ihnen eine Länge von etwa 6 m bei einer Breite von 1,8 m, breitet auf der dadurch gebildeten Fläche die Braunkohlen oder Treſtern aus und befördert ſie je nach Bedarf auf die Platte *L*, ſo zwar, daß man das entfernte Material ſtets wieder durch neues erſetzt.

Einen ganz ähnlichen Apparat, nur in größeren Dimenſionen, wie er in der Schwärzefabrik von Zumſtein in Dürkheim in der Rheinpfalz in Thätigkeit iſt, beſchreibt Illgen[1]). Dieſer Ofen enthält zwölf in zwei Reihen ſenkrecht

[1]) Journ. f. Gasbel. 1872, Nr. 5.

stehende cylindrische Chamotteretorten von 0,45 m lichtem Durchmesser und circa 2,5 m Höhe. Das Chargiren wird durch unmittelbar über den Retorten angebrachte, kurze, nach unten trichterförmig zusammengezogene gußeiserne Cylinder bewerkstelligt, der Verschluß mittelst eines gußeisernen Deckels, der in eine ringförmige Tasse eingesenkt ist, hergestellt. Die Tasse enthält keine Wasserfüllung, wie bei den Reinigern der Kohlen- und Holzgasanstalten, sondern sie wird um den eingesenkten Deckel herum mit feuchtem Lignitklein, dem Material, das dort verarbeitet wird, ausgefüllt. An den unten offenen Thonretorten sind mittelst Flanschenverschraubung cylindrische, gußeiserne Verlängerungen angebracht, welche in einem flachen, gemauerten Behälter 12 bis 25 mm tief in Wasser tauchen. Dieser Wasserbehälter ist an einer Seite abgeschrägt, um das Ausziehen der Kohle bequem vornehmen zu können.

Das Beschicken geschieht alle zwei bis drei Stunden mit je $1^1/_2$ Ctr. Lignit pro Retorte. Da die bei der Verkokung sich entwickelnden Gase, welche an der oberen Oeffnung der Thonretorte, zunächst unter dem gußeisernen Einfülltrichter, in einem gemeinsamen Sammelcanal abgefangen werden, um später mit Luft gemischt in den Ofenraum zur Verbrennung zu gelangen, nicht zum Hervorbringen des zur vollständigen Verkokung erforderlichen Hitzegrades hinreichen, so ist gleichzeitig ein Siemens'scher Gasgenerator (mit Rost und gleichfalls mit Lignit beschickt) im Betriebe, dessen Feuergase, mit dem Retortengas und zuletzt noch mit Luft vermischt, in dem Retortenofen verbrannt werden.

An dem gemeinschaftlichen Gascanal, neben welchem sich, unmittelbar daran grenzend, der Luftzuführungscanal befindet, ist eine Drosselklappe angebracht, welche so gestellt werden kann, daß man das Gasgemisch je nach Erforderniß entweder an der oberen oder unteren Seite, oder auch oben und unten (bezw. rechts und links) zugleich in den Ofen eintreten lassen kann. Die Verbrennungsproducte gelangen mittelst eines gemauerten Canals durch ein 18 m hohes Kamin vollkommen rauchfrei aus dem Ofen ins Freie. Es ist begreiflich, daß unter diesen Umständen von einem Gasdruck in den Retorten nicht die Rede sein kann, indem das Kamin, ähnlich wie ein Exhaustor, saugend auf die Retorten wirkt. Von dem Sammelraum für die Retortengase geht ein Tauchrohr in eine kleine Theercisterne, wo sich außerhalb des Ofens durch Abkühlung der Theer aus dem Gas abscheidet.

Anknüpfend hieran macht Illgen noch einige Verbesserungsvorschläge für diesen Ofen. Zunächst soll derselbe für liegende Retorten eingerichtet werden, weil diese bei vorkommenden Undichtigkeiten leichter Abhülfe, überhaupt einen sichereren, bequemeren Betrieb gestatten sollen. Das Ausziehen der Koks soll dann mittelst eines an seinem unteren Ende in Wasser eintauchenden gußeisernen Knierohres vom Querschnitt der Retorte an der Rückseite des Ofens vorgenommen werden, während das Chargiren in bekannter Weise, wie bei der Steinkohlen- und Holzgasbereitung üblich, an der Vorderseite des Ofens geschehen soll. Der Ofen soll ferner mit Vorlage versehen, ein Condensator aufgestellt und ein Theil der vor dem Eintritt in die Vorlage weggeführten Retortengase in einem Kalkreiniger zum Zwecke der Beleuchtung des Etablissements gereinigt, das bisherige System der Feuerung jedoch im Uebrigen beibehalten werden, der Gasgenerator aber, wenn möglich, in Wegfall kommen.

Eine Reihe von anderen Oefen, die sämmtlich zur Fabrikation von Knochenkohle construirt worden sind, eignen sich auch zur Schwärzeerzeugung und sollen hier aufgezählt werden.

Die Oefen von Brison[1]) und von Gits und Du Rieux[2]) zeigen im Princip wenig Unterschied von den durch Matthey und Illgen beschriebenen mit stehenden Retorten; sie haben für unsere Zwecke keine Vortheile vor jenen aufzuweisen, und beanspruchen daher keine besondere Besprechung. Erwähnen wollen wir noch, daß der letztere für die Gewinnung der Nebenproducte eingerichtet ist und sich einer ziemlich großen Anwendung zu erfreuen hat.

In England geschah die Verkohlung der Knochen in Retorten, wie es scheint, viel früher als in Deutschland. Lunge, der die dort übliche Fabrikation ausführlich beschreibt[3]), hat nirgends Töpfe, sondern überall Retorten angetroffen. Die dort gebräuchlichen Oefen ähneln ungemein dem Apparat zur Leuchtgasfabrikation, wie man aus der Beschreibung ersehen wird.

Fig. 36 (a. f. S.) zeigt einen senkrechten Längenschnitt durch einen Ofen mit drei Retorten. Es ist nur eine Feuerstelle vorhanden, welche mit einem Gewölbe überspannt ist, in dessen Seite sich Füchse *b, b* zum Entweichen der Flamme befinden. Die beiden unteren 12zölligen Retorten liegen seitlich davon (man sieht die eine davon *c, c'* in Profilansicht) und werden zuerst vom Feuer umspült, welches dann um die obere, 18zöllige Retorte *d, d'* herumgeht und über derselben in einen Zugcanal entweicht, wie es aus der Zeichnung ersichtlich ist. Man beachte namentlich, daß sämmtliche Füchse vorn enger sein müssen als hinten, wie es auch die Zeichnung angiebt, damit das Feuer alle Theile der Retorten mit gleicher Stärke bestreicht. Statt der hier gegebenen Construction kann man auch jede beliebige andere Art der Einmauerung wählen, welche den Retorten Schutz gegen die Stichflamme gewährt, sowie eine gleichmäßige Erhitzung und Auswechselung jeder einzelnen Retorte, ohne die übrigen zu stören oder den Ofen ganz einreißen zu müssen, ermöglicht.

Die Retorten bestehen aus zwei Theilen, einem am Boden geschlossenen Cylinder *c* und *d*, welcher den eigentlichen Erhitzungsapparat darstellt, und einem durch Flanschen damit verschraubten Kopfe *c'* und *d'*, welcher den Deckel und das Ableitungsrohr enthält; der Zweck dieser Trennung ist der bekannte, den Körper *c* oder *d*, welcher nach und nach verbrennt, auswechseln zu können, während der Kopf *c'* und *d'* so gut wie gar nicht leidet. An der Mündung haben die Retortenköpfe einen platten Flansch und zwei angegossene Oesen, durch welche man nach Anlegen des Deckels eine Querstange mit Schraube oder Keil zur Befestigung desselben einlegt. Der Verschluß des aus $^3/_8$ Zoll dickem Eisenblech bestehenden Deckels wird ohne Kitt bewirkt. Die Länge der Retorten schwankt nicht erheblich um 10 Fuß herum; im vorliegenden Falle betrug sie $10^1/_3$ Fuß, wovon 1 Fuß auf den aus dem Ofen hervorragenden Theil kam.

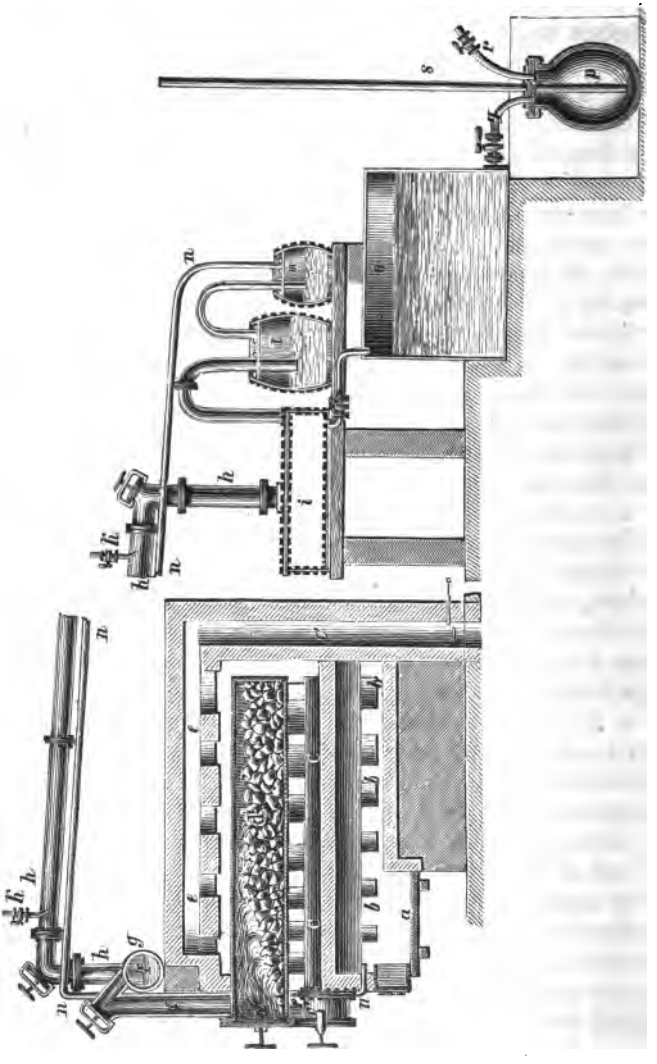
Die Abführung der dampf- und gasförmigen Destillationsproducte geschieht durch drei bis vier Zoll weite Röhren *f, f*, welche sämmtlich in ein quer über dem

---

[1]) Polyt. Centralblatt 1865, S. 675. — [2]) Dingl. Journ. 180, 359. — [3]) Ebendas. 184, 503.

Ofen fortlaufendes Hauptrohr *g* einmünden, das durch ein Ueberlaufrohr in einem constanten Niveau mit Wasser (Theer u. dergl.) gefüllt erhalten wird; die Röhren *f, f* tauchen zwei Zoll tief in die Sperrflüssigkeit ein. Man bemerkt den Reini-

Fig. 36.

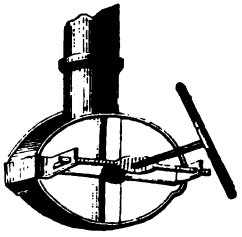


gungsstutzen in dem Knie der Röhren *f, f*. Das Hauptrohr *g* ist ein gemeinschaftliches, nicht nur für die drei Retorten des einen Ofens, sondern auch für die mehrerer Oefen, wenn solche wie gewöhnlich zusammengebaut sind, wodurch an Raum, Mauerwerk und Eisen gespart wird.

Aus dem Hauptrohr *g* entweichen die Gase und die meist noch nicht condensirten Dämpfe durch ein Leitungsrohr *h*, dessen Weite der Zahl der dazu gehörigen Retorten entspricht; für 12 Retorten z. B. genügen 6 Zoll lichte Weite. Man giebt dem Rohr *h* senkrecht über *g* eine solche Aufsteigung, daß es von dort an fortwährenden Fall bis zum Condensator *i* haben kann, der sich im Freien befindet. Die Länge des Rohres *h* betrug 120 Fuß; von Strecke zu Strecke war es mit kleinen Dampfhähnchen *k*, *k*, versehen, um bei vorkommenden Verstopfungen anwärmen zu können.

Zur Condensation des Ammoniaks befinden sich hinter dem Condensator zwei Fässer *l* und *m*, welche verdünnte Schwefelsäure enthalten. Das nicht absorbirte Gas entweicht aus dem zweiten Faß durch ein Abzugsrohr *n* von Eisen, welches nicht weiter als zwei Zoll zu sein braucht, und dem Leitungsrohr *h* entlang bis zurück zum Ofen führt, wo es mit offener Mündung in eine der Feuerungen der Ofenreihe eintritt, die Gase mit der Feuerluft sich mischen und vollständig verbrennen. Eine Gefahr des Zurückschlagens der Flamme durch das Rohr ist in diesem Falle nicht zu befürchten; schon in dem langen und engen Rohre *n* ist die Abkühlung so stark, daß nach dem Princip der Davy'schen Sicherheitslampe sich keine Entzündung darin fortpflanzen kann, und zum Uebermaß dienen die beiden Fässer *l* und *m* als hydraulische Ventile.

Fig. 37.



Die Art der Arbeit in diesem Apparate ist folgende: Zwei Mann sind zur Bedienung von je 12 Retorten erforderlich, welche eine nach der anderen entleert und wieder frisch beschickt werden. Jeder Brand dauert sechs Stunden; es sind also im Ganzen 48 Beschickungen in 24 Stunden zu machen, und sie sind so vertheilt, daß jede halbe Stunde eine andere Retorte daran kommt, und die Arbeiter mithin stets beschäftigt bleiben, ohne zu viel Arbeit auf einmal zu haben. Nach dem Oeffnen der Retorte wirft man die vorn zunächst der Mündung liegende Kohle mit einer Schaufel heraus, weil sie nie ganz gut gebrannt ist, und zieht dann den ganzen Rest so schnell als möglich in Cylinder von dünnem Eisenblech aus, welche den ganzen Inhalt einer Retorte fassen. Sie sind $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß weit und etwa 2 Fuß hoch; am oberen Rande haben sie einen Falz, in welchen ein eiserner Deckel mit Handhabe paßt, den man sofort nach dem Hereinstürzen der Kohle auflegt und mit Thon verschmiert. Obwohl die Kohle in vollem Glühen und theilweise noch brennend ausgezogen wird, reicht doch die beschriebene Vorrichtung vollkommen hin, um ihr Weißbrennen zu verhüten. Die Löschcylinder werden von einem Mann auf einer Art niedriger Karren an den Ofen herangefahren, und nach dem Füllen nach dem offenen Hofraume weggefahren und so lange sich selbst überlassen, bis sie vollständig ausgekühlt sind; erst dann werden sie geöffnet und entleert. Man hat natürlich eine ganze Anzahl dieser Löschcylinder nöthig. Das Füllen der entleerten Retorten geschieht mit der auch in Gasfabriken üblichen, langen, halbrunden Schaufel, welche die ganze Retorte auf einmal füllt.

Das Vergasen der ausgenutzten Weintreber (Abfälle von der Brennerei und Weinsteinbereitung) hat Illgen[1]) mit ausgezeichnetem Erfolge in der Apparatur einer Steinkohlengasfabrik ausgeführt unter Anwendung derselben Verdichtungs- und Reinigungsapparate, wie bei der Steinkohlen- und Holzgasfabrikation. Jede gut eingerichtete Gasfabrik ist daher zur Verarbeitung der Trester (sowie natürlich auch anderer Materialien) auf Schwärze unter Gewinnung der Nebenproducte geeignet. Man wird sogar in diesem Falle von der Anwendung von Chamotteretorten Abstand nehmen können, und zweckmäßig gußeiserne Retorten benutzen, da die Verkohlung der hier in Frage kommenden Materialien bei Dunkelrothgluht zu geschehen hat, und höhere Temperaturen geradezu vermieden werden müssen. Zur Heizung dieser Retorten muß man natürlicherweise auch ein passendes Material verwenden, etwa Torf oder Braunkohle, statt der ungleich mehr Hitze gebenden Koks. Das Entleeren der Retorten hat, wie begreiflich, sehr rasch zu geschehen, und zwar am besten in untergestellte eiserne Kasten mit dicht schließendem Deckel oder Wasserfüllung. Letztere ist entschieden vorzuziehen, obgleich dann noch ein Trocknen der Koks vor der weiteren Verarbeitung nöthig wird. Man verhindert aber dadurch, daß der glühende kohlige Rückstand während des Ausziehens fortbrennen kann, wodurch derselbe mit Asche sehr verunreinigt würde.

Was die Reinigung des Gases und die Verarbeitung der flüssigen Destillationsproducte anbelangt, so richten sich dieselben in erster Linie nach dem in Arbeit genommenen Rohmaterial. Hat man z. B. Trester verkohlt, so geschieht die Reinigung des Gases, wie bei Holzgas, mit trocknem Kalkhydrat, der Theer dagegen wird wie Holztheer auf Holzessig ꝛc. verarbeitet u. s. w. Uebrigens muß hervorgehoben werden, daß die Quantitäten an Theer, die bei der Fabrikation der Schwärze resultiren, keineswegs so groß sind, daß sich eine Verarbeitung desselben verlohnte; man verwendet ihn am besten zu Anstrichen aller Art, oder, wenn man gleichzeitig Ruß erzeugt, verbrennt man ihn im Rußofen. Die Gewinnung des Gases zum Zweck der Beleuchtung des Etablissements dürfte dagegen bei nur einigermaßen größerem Betriebe entschieden anzurathen sein.

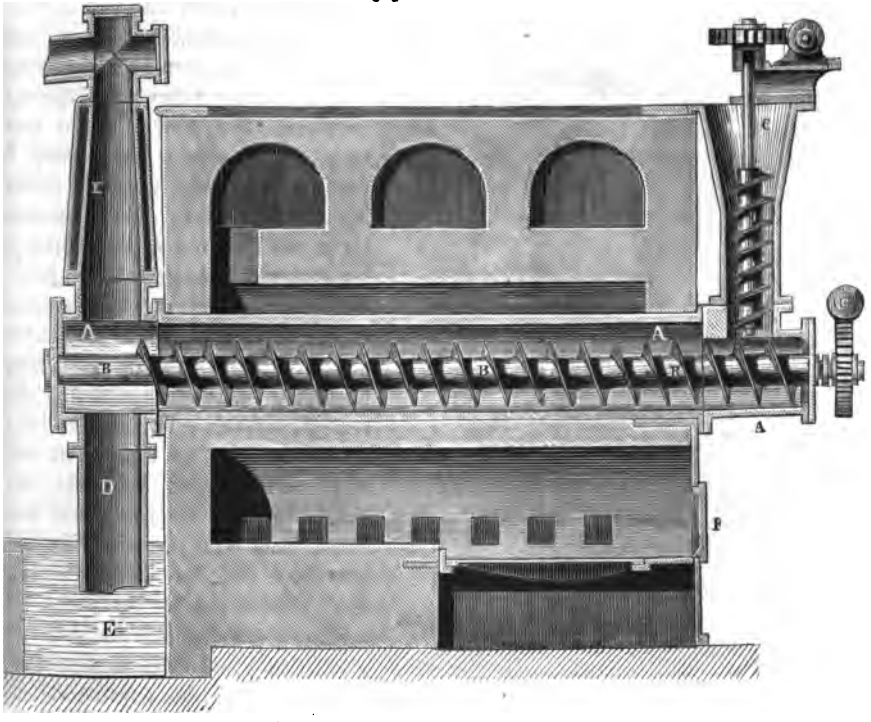
Die von Matthey und Illgen beschriebenen Apparate bieten unstreitig vor der Anlage analog einem Gaswerke eine Reihe von Vortheilen, welche sich auf den continuirlichen Betrieb, die leichtere Bedienung, billigere Arbeit, Raumersparniß und größere Leistungsfähigkeit beziehen; auch dürfte die Ausbeute an Schwärze dadurch, daß das bereits verkohlte Material gar nicht mit der Luft in Berührung kommt, in qualitativer wie quantitativer Hinsicht eine bessere sein, so daß die vielleicht bessere Verwerthung der flüchtigen Destillationsproducte nach dem Vorschlage von Illgen wohl kaum ins Gewicht fallen dürfte.

Zur Verwerthung von Abfällen in zerkleinertem Zustande, wie Sägespänen, extrahirten Spänen von Farbhölzern, ausgelaugter Gerberlohe ꝛc., hat Halliday einen continuirlich arbeitenden Apparat (Fig. 38) construirt, der sich vermuthlich auch für die Zwecke der Schwärzeerzeugung eignen dürfte. Er besteht der Hauptsache nach aus einer gußeisernen, liegenden Retorte *A*, in welcher sich eine Trans-

[1]) Dingler's Journ. 185, 196 u. f.

portschnecke *B* so bewegt, daß sie das durch Trichter und Schnecke *C* in die Retorte geschaffte Rohmaterial langsam nach der anderen Seite der letzteren befördert. Die Retorte *A* ragt hinten etwas aus dem Ofen heraus, und besitzt an dieser Stelle zwei sich gegenüberliegende Stutzen, welche mit den Röhren *K* und *D* verbunden sind, von welchen ersterer zur Condensation, letzterer dagegen in den Löschbehälter *E* führt, in welchem sich die gebildeten Koks, ohne mit der Luft in Berührung zu kommen, ablöschen.

Fig. 38.



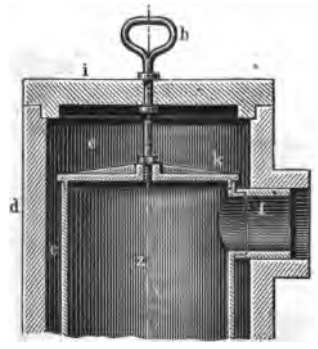
Um eine Kohle von der richtigen Beschaffenheit zu erzielen, ist es natürlich nothwendig, daß das Material den Apparat in genügend langer Zeit passirt; man hat dies ganz in seiner Gewalt durch Regulirung der Geschwindigkeit der Schnecke. Der Apparat bietet den Vortheil, daß das Material fortwährend gemischt wird, jedes einzelne Theilchen mit der glühenden Retortenwand in Berührung kommt, und dadurch ein Ueberhitzen einzelner Partien oder ein zu schwaches Glühen anderer Theile vermieden wird.

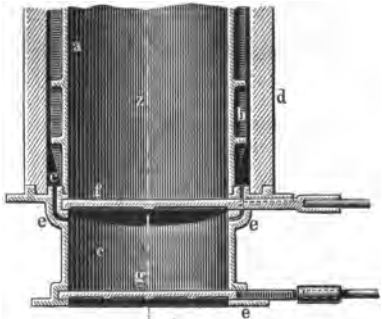
Zu erwähnen wären hier noch die Apparate von Lahoré [1]) und Moissau [2]), welche, auf dem Princip der rotirenden Kaffeebrenner beruhend, hauptsächlich zur Verarbeitung von bituminösem Schiefer vorgeschlagen worden sind.

[1]) Wagner's Jahresber. 1863, S. 678. — [2]) Rév. indust. 1879, p. 343.

Endlich haben wir noch der Apparate von Berg und Nepp[1]) und von J. Nepp[2]) (Fig. 39 und 40) in Prenzlau zu gedenken, von denen der letztere namentlich Beachtung verdient. Er besteht aus einer gußeisernen Retorte *a* mit Rippen *b*, welche in die Chamotteretorte *d* eingesetzt ist, wobei beide auf einem Gußrahmen *e* in verschiedener Abschlußhöhe aufstehen. Zwischen den beiden Retorten ergiebt sich rundum eine Luftschicht für heiße Gase, welche bei gleichmäßiger Temperatur beständig um den Gußcylinder und das in demselben zu brennende Material und durch den Raum oben über dem Gußdeckel *k* und unten über dem Schieber *f* circuliren. Die Retorte *d* hat oben einen Chamottedeckel *i* mit Griff *h* zur Hebelvorrichtung, um beim Füllen den Deckel zu heben. Der Gußcylinder *a* mit Oeffnung *l* zum Abführen der Gase und Dämpfe hat den Zweck, dieselben entweder zur Verwerthung oder Mitverbrennung in den Ofen an einer demselben nicht nachtheilig werdenden Stelle einzuleiten. In dem Gußrahmen *e* liegt ein Gasschieber *g*, welcher die Gußretorte von einem Blechbehälter abschließt, der durch einen Schieber von einem dem Inhalt nach gleich großen, tiefer angebrachten Behälter abgeschlossen ist. Diese Einrichtung hat den Zweck, die gebrannte und abgefüllte Kohle in dem Blechbehälter nach und nach abzukühlen, ohne dieselbe mit der äußeren Luft in Berührung kommen zu lassen, und sie sodann zum weiteren Erkalten in den letzten Behälter zu füllen.

Fig. 39.





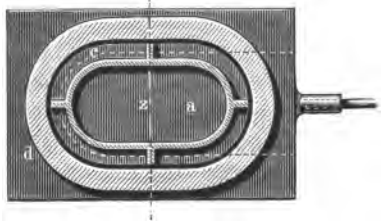


Fig. 40.

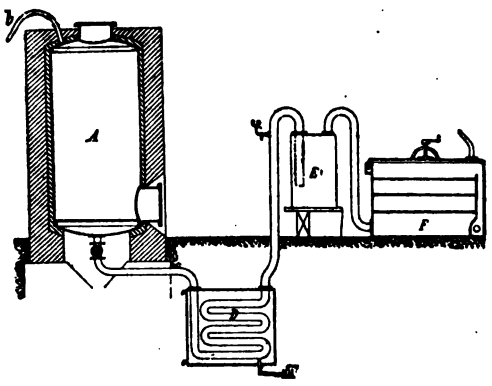
Die genaue Einhaltung der zur Verkohlung erforderlichen, erfahrungsgemäß vortheilhaftesten Temperatur ist Haupterforderniß und bietet immerhin einige Schwierigkeit bei allen den bis jetzt erwähnten Apparaten. Man hat daher, um diese Schwierigkeiten zu umgehen, da und dort, nach dem Vorschlag von Brown, den Versuch gemacht, die directe Erhitzung durch überhitzten Dampf, dem man die Temperatur einer

[1]) Dingl. Journ. 223, 629. — [2]) D. R.-P. Nr. 19294.

dunklen Rothgluht giebt, zu ersetzen. Apparate, die auf diesem Princip beruhen, sind von Perutz, Grotowsky und von Ramdohr construirt worden und finden zum Theil Anwendung in der Braunkohlentheerschweelerei.

Einen namentlich auch für die Verkohlung der hier in Betracht kommenden Materialien geeigneten Apparat (Fig. 41) hat sich A. Zwillinger in Wien patentiren lassen. (D. R.-P. Nr. 28613.) Derselbe besteht aus der stehenden guß- oder schmiedeeisernen Retorte *A*, welche mit einem Isolirmantel umgeben ist und durch Rohr *b* mit überhitztem Wasserdampf versorgt werden kann. Am Kopf derselben befindet sich ein genügend weiter, mit Flansch verschließbarer Stutzen zum Füllen und seitlich unten ein solcher zum Entleeren der Retorte. Die flüchtigen Zersetzungsproducte entweichen durch die Kühlschlange *D* nach den eisernen Waschgefäßen *E* zu dem Gasreiniger *F*. Der Dampfüberhitzer besteht aus einem System von starken, gußeisernen Röhren, welche, soweit sie dem Feuer ausgesetzt sind, vor dem Durchbrennen dadurch geschützt werden, daß man sie vor der Zusammenstellung des Apparates mehrere Male mit einer aus 2 Thln. Lehm und 1 Thl. Kieselguhr bestehenden Mischung, welche in sehr dünnem, wässerigem Syrup aufgeschwemmt ist, bestreicht. Es entsteht hierdurch ein dünner Ueberzug, welcher sehr fest haftet, und das Rohr von außen gegen die Zerstörung durch die Flamme schützt. Die Innenseite überzieht sich im Laufe der Zeit mit einer sehr fest anliegenden Schicht von krystallisirtem Eisenoxyd, wodurch jede weitere Zerstörung des Eisens verhindert wird.

Fig. 41.



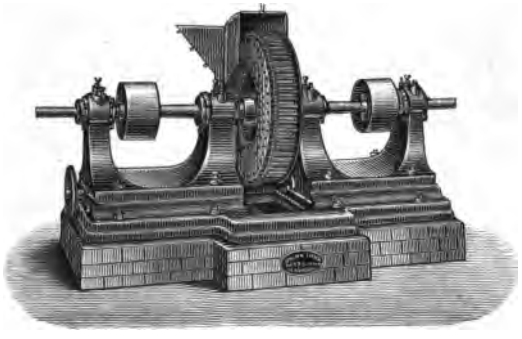
Wenn es sich um die Fabrikation von Schwärze aus Trestern, Braunkohlen oder ähnlichen Materialien, welche wenig werthvolle Destillate bei der Verkohlung ergeben, handelt, wird wohl den verschiedenen Apparaten mit directer Feuerung und ohne besondere Verwerthung der Nebenproducte der Vorzug zu geben sein. Hat man es aber mit Abfällen animalischer Stoffe oder solcher Substanzen, welche viel Ammoniak oder werthvollen Theer liefern, zu thun, so empfiehlt sich die Destillation mit überhitztem Dampf und dürfte der Apparat von Zwillinger gute Dienste leisten. Abgesehen davon, daß die Ausbeuten an Theer und Ammoniaksalzen beim Verkohlen mit überhitztem Dampf größer sind, erhält man auch ein gleichmäßigeres Product als Destillationsrückstand.

Mit den hier aufgeführten Apparaten ist die Anzahl derjenigen, welche sich zur Schwärzefabrikation eignen, keineswegs erschöpft. In anderen Fabrikationszweigen, so in der Holzverkohlung, der Braunkohlentheerschweelerei ꝛc. ꝛc., sind

noch andere Systeme im Gebrauch, die natürlich auch in diesem Falle anwendbar sind. Ihre Construction ist eine complicirtere und ihre Dimensionen sind meistens größere, wie dies ja in der Natur der Sache liegt. Es braucht wohl auch nicht besonders darauf hingewiesen zu werden, daß die Glührückstände aus Braunkohlenschweelereien, die Grude, unter Umständen ein sehr brauchbares und billiges Material zur Schwärzeerzeugung abgeben können. Für gewisse industrielle Bezirke dürfte es sich daher empfehlen, statt des Rohmaterials gleich die fertigen Schweelkohlen in Arbeit zu nehmen.

Auf welche Weise man auch verfahren hat, um eine geeignete Schwärzekohle zu erhalten und aus welchem Material sie auch dargestellt worden ist, so erfährt sie von jetzt ab die gleiche Behandlung. Diese besteht zunächst darin, daß man die Kohle in einen möglichst trockenen Zustand versetzt, sei es durch Trocknen auf Hürden an der Luft oder unter Benutzung der Wärme der von den Oefen

Fig. 42.



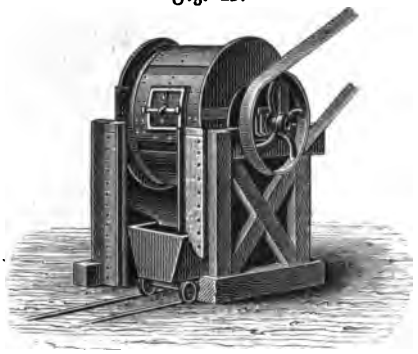
abgehenden Feuergase. Sodann folgt die erste Mahlung, die gewöhnlich in einer den Getreidemahlmühlen ähnlichen Mühle ausgeführt wird. Es eignen sich indessen hierzu alle Systeme, und jedenfalls sind am zweckmäßigsten Desintegratoren (Schleudermühlen) oder sogenannte Mahltrommeln. Diese Apparate sind vollkommen geschlossen und es wird daher das Stäuben des Materials vollständig vermieden.

Das Princip der Desintegratoren beruht auf der durch entgegengesetzte Rotation erzeugten Centrifugalkraft in den Korbstäben der Maschinen. Sie bestehen meist aus vier concentrischen Körben, deren Peripherien mit Stäben von Stahl besetzt sind, wie aus der beigefügten Fig. 42 ersichtlich ist und welche derart in Bewegung gesetzt sind, daß immer der vorhergehende Korb dem nachfolgenden entgegengesetzt rotirt. In den inneren Korb werden die Materialien eingebracht und durch rasche Umdrehung mit bedeutender Wucht gegen ein feststehendes Messer, den Zertheiler, geschleudert und so in kleinere Stücke zerschellt; diese gelangen in den zweiten Korb und werden hier in entgegengesetzter Richtung herumgeworfen, wodurch die Stückchen einer weiteren Zerkleinerung ausgesetzt sind. Dasselbe wiederholt sich in den folgenden Körben, so daß das Material, wenn es die Maschine verläßt, in ein Pulver von beliebiger Feinheit umgewandelt ist. Die Leistungs-

fähigkeit der Desintegratoren ist bei einem verhältnißmäßig geringen Kraftaufwande eine nahezu unübertreffliche, sie sind in Folge des höchst einfachen Mechanismus geringen Reparaturen ausgesetzt und finden daher in der Industrie mit Recht eine immer größere Verbreitung.

Ein anderes, ebenfalls sehr zweckmäßiges System repräsentiren die sogenannten Mahltrommeln, von welchen Fig. 43 eine Ansicht giebt. Dieselben bestehen der Hauptsache nach aus einer schmiedeeisernen Trommel von entsprechender Dimension, welche an einer horizontalen Achse auf einem Lagerbock montirt ist.

Fig. 43.



Die Trommel besitzt zwei sich gegenüberliegende Füllöffnungen mit Bügelverschluß, und befindet sich ganz in einem Gehäuse aus Eisenblech, von welchem in der Zeichnung nur die beiden Seitenwände und theilweise die mit einer Schieberthür versehene Vorderwand sichtbar sind. Jedes der beiden Mannlöcher ist mit zwei Deckeln versehen: einem Volldeckel, welcher aufgeschraubt wird, wenn die Mühle in Thätigkeit ist, und einem durchbrochenen, mit welchem man ersteren ersetzt, wenn dieselbe entleert werden soll. Die Mühle ist mit einer genügenden Anzahl gußeiserner Kugeln von der Größe einer Kartätsche angefüllt, welche durch ihre rollende Bewegung das eingefüllte Material in kurzer Zeit zerkleinern. Es ist klar, daß die Löcher am durchbrochenen Deckel der Füllöffnungen nicht so groß sein dürfen, daß beim Entleeren auch die Kugeln mit herausfallen. Die Entleerung geschieht bei vollständig geschlossenem Gehäuse in einen unter die Trommel geschobenen kleinen Wagen.

Es ist bezüglich der ersten Mahlung des Schwärzegutes noch ganz besonders zu erwähnen, daß man dieses, besonders wenn es aus den Cylindern oder Retorten in geschlossenen Gefäßen zur Abkühlung gebracht worden ist, erst ganz kalt werden lassen muß, bevor man es in die Mühle bringt, weil sich sonst das gröbliche Pulver bei längerem Liegen, was ja bisweilen vorkommt, leicht entzünden kann. Einen derartigen Fall spontaner Selbstentzündung bei Holzkohle beobachtete Hargreaves[1]), welcher fand, daß Kohle, die nur 24 Stunden Zeit zur Abkühlung hatte, bis sie pulverisirt wurde, beim Aufbewahren in offenen Gefäßen allmälig heiß wurde und nach 36 Stunden zu brennen anfing. Wurde das Pulvern erst nach drei Tagen vorgenommen, so zeigte sich nachher keine bemerkenswerthe Temperaturerhöhung. Ueber einen ähnlichen Fall berichtet G. Roll[2]). Auf einem eisernen Kollergang wurden 10 kg Holzkohle zu feinem Pulver (Pulvis subtilis) vermahlen. Das Pulver wurde in ein Faß gethan und blieb während

[1]) Städel, Jahresber. 1874, S. 50; Chem. News 29, 117; Journ. Chem. Soc. [2] 12, 420. — [2]) Chem. Ztg. 1887, S. 1365.

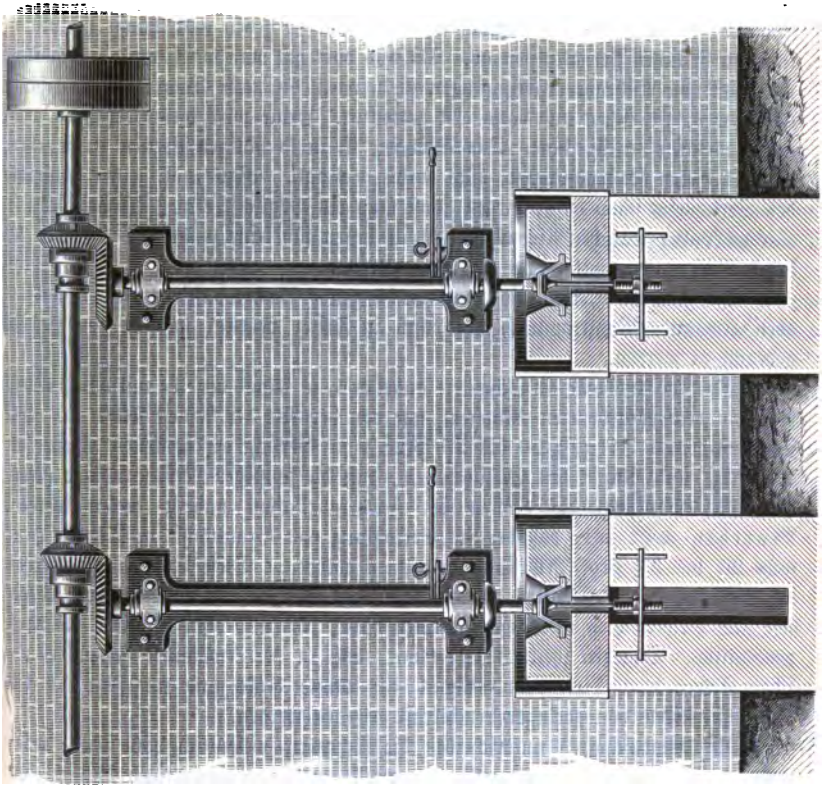
vier Tagen in einem Raume stehen, welcher im Laufe dieser Zeit nicht mit Licht oder brennenden Stoffen betreten worden war. Am vierten Tage waren Faß und Holzkohle verbrannt, und es bleibt nur die Möglichkeit einer Selbstentzündung zur Erklärung dieser Thatsache, was ja auch mit der vorstehenden Beobachtung von Hargreaves durchaus in Einklang steht.

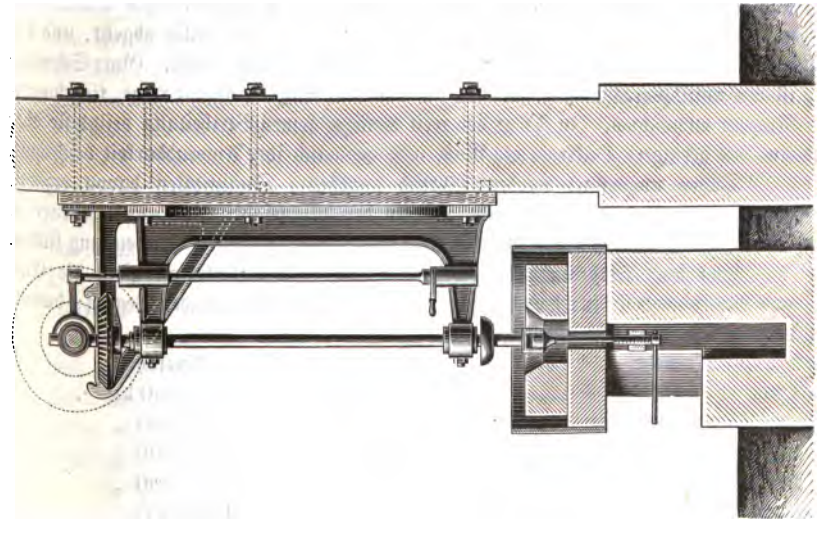
Das in einer der erwähnten Mühlen erzielte gröbliche Pulver gelangt nun in sogenannte Naßmühlen, wie sie vielfach in Ultramarin- und Farbenfabriken im Gebrauch sind, und verläßt dieselben nicht eher, als bis es vollständig in ein unfühlbares, feines Pulver verwandelt ist. Bei einem so leichten Körper ist das Trennen der gröberen und feineren Theilchen durch Schlämmen begreiflicherweise nicht durchführbar; man ist daher gezwungen, die Naßmühle so lange functioniren zu lassen, bis die Gesammtmasse sich im Zustande feinster Vertheilung befindet. Aus diesem Umstande geht ohne Weiteres hervor, daß das Vorhandensein einer billigen Betriebskraft eine der ersten Bedingungen für die Anlage einer Schwärzefabrik ist.

Bekanntlich unterscheiden sich die zum Mahlen von Erd- und Mineralfarben angewendeten Naßmühlen, deren Anordnung aus Fig. 44 ersichtlich ist, von den gewöhnlichen Mühlen, welche den zu mahlenden Körper in trockenem Zustande verarbeiten, dadurch, daß das nasse Mahlgut nach dem Durchgang zwischen den beiden Steinen an der Peripherie nicht sofort abgeführt, sondern eine bestimmte Zeit hindurch immer wieder zwischen die Steine gebracht wird. Man muß, um diesen Effect hervorzubringen, dem Läufer, falls er nicht aus mehreren Stücken ohne Verbindung unter einander besteht, mit zwei oder drei, nach Umständen auch mehreren tiefen Rinnen versehen, die mit ihrer äußeren Seite tangential zu der centralen Aushöhlung des Steines stehen. Diese Rinnen haben den Zweck, an dem Umfang des Läufers das von den arbeitenden Steinflächen ausgestoßene Mahlgut wieder aufzunehmen; dieser Zweck wird vollkommen erreicht, indem dasselbe von dem Wasser, welches in diese Canäle eintritt, mitgerissen wird. Die schweren Theilchen bewegen sich bei diesem Vorgange zunächst der Ebene des Bodensteins nach innen und werden hierbei abermals von den Mahlflächen der Steine ergriffen. Während das Wasser, dessen Gesammtmasse so groß ist, daß es einige Zoll über dem Läufer wegsteht, einerseits durch das in der Mitte des letzteren befindliche Loch nach oben tritt, drängt es sich andererseits zwischen dem Läufer und der Wand des Bottichs hindurch wieder nach der Mahlfläche, um seinen Kreislauf zu vollenden und dieses Spiel aufs Neue fortzusetzen.

Das Mahlgut wird auf diese Weise schließlich in ein äußerst feines, unfühlbares Pulver verwandelt, was je nach der besonderen Beschaffenheit des Materials 10 bis 20 Stunden in Anspruch nimmt. Jede einzelne Mühle vermag 50 bis 60 kg Material aufzunehmen. Das fein gemahlene Product gelangt schließlich aus der Mühle durch Rinnen auf offene, kastenartige Filter, oder zweckmäßiger, es wird mit Hülfe eines Montejus durch eine Filterpresse gedrückt.

Zum Trocknen dienen in der Praxis die verschiedenartigsten Vorrichtungen. Manche Fabriken bringen das filtrirte Product auf Bretter, die sie in einem mit geeigneten Gestellen versehenen Lattenbau der Luft aussetzen. Wieder andere benutzen die beim Calciniren abgehende Wärme, indem sie dieselbe ein System





von Rippenröhren passiren lassen zur Heizung von Trockenräumen für die nasse Waare. Welcher Art Vorrichtung man den Vorzug geben will, hängt hauptsächlich von örtlichen Verhältnissen ab. Da und dort hat man wohl, um die Schwärze möglichst von Aschenverunreinigungen zu befreien, die nasse Waare mit Salzsäure ausgezogen, gewaschen und dann erst getrocknet. Heute wird dies Verfahren wohl nirgends mehr durchgeführt. Die Schwärze ist zu so billigen Preisen zu beziehen, daß sie diesen Kostenaufwand nicht mehr verträgt. Man muß daher während des Verkohlens schon dafür sorgen, daß man ein möglichst reines Product erzielt. Die in Wasser löslichen Aschenbestandtheile lassen sich leicht während des Filtrirens durch Nachwaschen mit reinem Wasser entfernen.

Die getrocknete, nur lose zusammenhängende Waare passirt noch einmal die oben erwähnte Mahltrommel, um dann in Fässer verpackt und in den Handel gebracht zu werden.

Was die Ausbeute an Schwärze anbelangt, so hängt dieselbe natürlich ebenso sehr von dem verarbeiteten Material, wie von der Art der Arbeit selbst ab. Bei Trestern erhielt Illgen 20 bis 25 Proc. vom Gewicht der trockenen Trester an Schwärze und glaubt mit Bestimmtheit, daß die sonstigen Nebenproducte (Gas, Holzessig, Potasche) die Kosten der Farbefabrikation nahezu decken werden. Matthey theilt mit, daß bei der Verkohlung von Braunkohle in Töpfen ebenfalls 20 bis 25 Proc. Rückstand gewonnen werden. Diese Erfahrungen stehen im Einklang mit Resultaten, die ich selbst beim Glühen von Weintrestern, Weinhefe und Braunkohlen in Töpfen erhalten habe, sind also ohne Zweifel durchaus zuverlässig. Dagegen theilt Illgen mit, daß in der erwähnten Zumstein'schen Fabrik aus 100 Pfund Lignit 50 Pfund Koks und ungefähr 16 bis $16^1/_2$ cbm Gas von geringer Leuchtkraft erhalten werden.

Ihre Eigenschaften unterscheiden die Schwärze wesentlich vom Ruß; während letzterer eine zarte, flockige Masse darstellt, welche sammetartigen Glanz besitzt und äußerst voluminös ist, bildet die Schwärze ein staubförmiges Pulver von viel bedeutenderer Schwere, welchem irgend welcher Glanz völlig abgeht, und sich nur durch Anreiben des Farbmaterials mit Firniß erreichen läßt. Gute Schwärze ist ein unfühlbares Pulver, welches sich vor dem Ruß durch eine reine, tiefschwarze Nüance auszeichnet. In Folge der weit weniger feinen Vertheilung besitzt sie aber eine viel geringere Deckkraft als Ruß, was natürlich ihre Anwendbarkeit beschränkt.

Dessen ungeachtet werden jährlich ungeheure Quantitäten davon erzeugt, die hauptsächlich als Anstrichfarbe und in der Wichsefabrikation, weit seltener zu Druckerschwärze, lithographischen Farben und feineren Arbeiten Verwendung finden.

Von dem Verbrauche der Schwärze zur Wichsefabrikation giebt die Ein- und Ausfuhrtabelle für das deutsche Zollgebiet einen annähernden Begriff; danach wurden importirt und exportirt:

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr
1880	158 480 kg	702 550 kg
1881	157 500 „	703 200 „
1882	133 600 „	979 200 „
1883	166 400 „	1201 900 „
1884	172 100 „	1284 500 „

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr
1890	231 700 kg	1 098 500 kg
1895	324 100 „	1 188 200 „
1900	279 400 „	1 263 500 „
1903	242 400 „	1 564 100 „
1905	147 900 „	1 773 800 „

Stiefelwichse. Direct auf Schwärze bezogene Zahlen sind in der Waarenstatistik für das Deutsche Reich leider nicht zu finden, doch geht aus den obigen, zumal nur einen einzigen Artikel betreffenden Zahlen zur Genüge hervor, daß der Verbrauch an diesem Farbmaterial ein sehr beträchtlicher ist.

Der Marktwerth der Schwärze schwankt je nach der Qualität ebenso beträchlich wie beim Ruß. Nach Blücher's Auskunftsbuch für die chemische Industrie (1903) werden bezahlt für

Schieferschwarz	4 Mk.	per 100 kg
Frankfurter Schwarz oder Rebschwarz,		
mittelfein	17 bis 36 „	„
fein	42 „	„
ffein	86 „	„
extrafein	105 „	„
Pariser Schwarz	65 „	„
Beinschwarz	21 „	„
Elfenbeinschwarz	110 bis 160 „	„

Das Schieferschwarz (schwarze oder spanische Kreide, Mineralschwarz, Oelschwarz) ist in der Regel keine auf künstlichem Wege hergestellte Schwärze, sondern ein durch trockene und nasse Mahlung pulverisirter bituminöser Thonschiefer, der in vorzüglicher Reinheit in Spanien gefunden wird und auch in Deutschland in der Gegend von Vehrte bei Osnabrück vorkommt. Künstlich stellt man dieselbe Farbe durch Mischen von weißem Thon mit Ruß, oder durch Färben desselben mit einer Eisenvitriol-Blauholzabkochung her, oder nach dem auf S. 79 erwähnten Verfahren von Newton oder auf einem ähnlichen Wege. Die Farbe wird nur für grobe Anstreicherarbeit verwendet.

Die feinsten Qualitäten von Frankfurter oder Rebschwarz gewinnt man durch Verkohlen von Weinhefe; sie sind wegen ihrer großen Deckkraft besonders geschätzt und finden im Kupferdruck Anwendung, ebenso wie das Pariserschwarz, das durch Extraction des gewöhnlichen Rebschwarz mit Salzsäure hergestellt wird. Beinschwarz und besonders Elfenbeinschwarz sind die Pigmente für Oelfarben, das letztere vorzugsweise für Kunstmalerei.

Eine ganz rohe Schwärze, die zugleich als Filtermasse und Appreturbestandtheil brauchbar sein soll, stellt J. Zeller (D. R.-P. Nr. 57 336) her, indem er Posidonienschiefer entzündet und, sobald die ganze Masse in Gluth ist, mit Wasser wieder ablöscht. Der kohlige Rückstand erfährt die gleiche Bearbeitung, wie oben beschrieben.

R. Peters (D. R.-P. Nr. 148 793 und Zusatz Nr. 158 151 vom 19. Juni 1904) will die Ueberreste der Lichtkohlen von Bogenlampen auf Schwärze zu

gröberen Handelsfarben dadurch verwerthen, daß er diese Abfälle auf eine Temperatur von 1200 bis 1400° C. erhitzt und sie darauf durch langsames Abkühlen enthärtet. Das Product wird dann in geeigneten Mühlen zu einem rußartigen Pulver verarbeitet, das sich außer zu Farben auch noch zu Kitten und Härtepulvern eignen soll.

Einen ganz neuen Weg zur Herstellung von Schwärze als Farbmaterial haben R. Strobentz und J. Fried[1]) angegeben. Werden gewisse Braunkohlen, besonders Lignite, möglichst fein pulverisirt mit einer Lösung gewisser Metallsalze, besonders von Eisenvitriol, Eisenchlorid u. dergl., gemischt, so daß die ganze Masse davon gleichmäßig durchdrungen ist und ein nur feuchtes Gemisch bildet, so verschwindet in kurzer Zeit die braune Farbe der Kohle und geht in ein reines Schwarz über, das auch beim Trocknen in höherer Temperatur beständig ist. Bei der sehr verschiedenartigen Zusammensetzung des Rohmaterials muß die günstigste Menge Eisensalz von Fall zu Fall festgestellt werden. Man erhält z. B. bei Verwendung von ungarischem Lignit ein ausgezeichnetes Schwarz bei einem Mischungsverhältniß von 10 kg Eisenvitriol auf 100 kg Lignit. Der Eisenvitriol wird in 30 Liter Wasser gelöst, das Lignitpulver damit besprengt und im Kollergang gründlich zusammengemischt. Das so hergestellte Schwarz soll für viele Zwecke den theuren Ruß oder die Schwärze ersetzen können.

Neuerdings haben auch Lerman, Schwartz und Pikos[2]) ein Verfahren zur Herstellung von Schwärzen auf nassem Wege angegeben, das eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Patent von P. Degener (vergl. S. 111) besitzt, bei dem man neben der Schwärze je nach der Arbeitsweise auch noch ein Gerbmaterial oder ein Düngemittel erhalten kann. Als Rohmaterial kommen Steinkohle, Braunkohle oder Lignit in Frage, welche zwecks weiterer Verarbeitung zuvor in bekannter Weise in feinkörnigen oder staubförmigen Zustand gebracht werden.

Das so vorbereitete Material wird darauf mit 0,5 bis 15 Proz. Aetzalkalien, Carbonaten der Alkalien, Sulfaten, Sulfiden, Hydroxyden der Metalle, unterchlorigsaurem Natron, organischen und unorganischen Salzen und Säuren in wässeriger Lösung innig gemischt und dann im offenen Gefäß oder auch im Vacuum oder unter Druck einer Temperatur von 90 bis 110° C. so lange ausgesetzt, bis alles Bitumen, Kiese, Schwefel ꝛc. gelöst und alle organischen Bestandtheile bei dieser verhältnißmäßig niedrigen Temperatur verkohlt (!) sind.

Der feste Rückstand wird alsdann durch Centrifugen von der Lösung getrennt und mit Wasser ausgewaschen, getrocknet und auf Schwärze vermahlen. Die Lösung dagegen wird mit Salzsäure ausgefällt, der Niederschlag ausgewaschen und als Gerbmaterial verwendet, oder getrocknet der Destillation unterworfen, wobei als Rückstand eine feine Kohle hinterbleibt, die gleichfalls auf Schwärze verarbeitet werden kann; oder endlich er wird nach dem Auswaschen mit Alkalien behandelt und zur Trockene eingedampft, um ein als Kunstdünger brauchbares Material zu erhalten.

---

[1]) Wagner's Jahresber. 1898, S. 707; D. R.-P. Nr. 99299. — [2]) Ung. Pat. Anm. L 1841, vom 11. Januar 1906.

Ausführlich wird die Fabrikation der Schwärze auch in dem empfehlenswerthen „Handbuch der Farbenfabrikation" von Zerr und Rübenkamp (Dresden 1905, Verlag von Steinkopff und Springer) behandelt, auf das hiermit verwiesen werden soll.

Die Schwärze als Entfärbungsmittel.

Neben der hohen Deckkraft des amorphen Kohlenstoffs, die ihm als Farbe so hohen Werth verleiht, ist eine seiner wichtigsten Eigenschaften sein großes Entfärbungsvermögen für flüssige oder gelöste organische Substanzen, von der man, wie schon Eingangs erwähnt, in der Technik den ausgiebigsten Gebrauch macht. Auf diese Eigenschaft hat sich eine besondere Industrie gegründet, die sich mit der Herstellung von sog. Entfärbungspulvern befaßt. Ihrer Natur nach sind diese in der Regel nichts anderes als Schwärze, und sie verdienen um deßwillen eine besondere Betrachtung in dem vorliegenden Werkchen, weil bei ihrer Herstellung um des besonderen Zweckes willen etwas andere Gesichtspunkte als bei der Herstellung von gewöhnlicher Schwärze maßgebend sind.

Das Vermögen, Farbstoffe in sich aufzunehmen, bezw. gefärbte Flüssigkeiten zu entfärben, kommt in unterschiedlichem Grade jeder Art von amorphem Kohlenstoff zu, gleichgültig, ob er thierischen oder vegetabilischen Ursprungs ist, aber nur den matten, porösen Varietäten; Kohle mit glänzender Oberfläche äußert auch nicht die geringste absorbirende Kraft, und mit zunehmender Porosität steigt auch ihre entfärbende Wirkung. Großporige Kohle, wie Koks, besitzt nur ein geringes Entfärbungsvermögen; aber je feinporiger eine Kohle ist, desto größer ist ihre Wirkung.

Die ersten Beobachtungen über die entfärbenden Wirkungen machte Lowitz (1785) an Holzkohle, und man war daher früher der Ansicht, daß diese Wirkungen rein specifische, d. h. nur der Holzkohle zukommende Eigenschaften seien. Erst später erkannte Figuier (1811), daß auch andere Kohlenarten, z. B. Knochenkohle und thierische Kohle überhaupt, diese Eigenschaft, und zwar in weit höherem Grade als die Holzkohle besitzen, weil sie sich in einem Zustande viel größerer Porosität, also viel feinerer Vertheilung befinden. Heute wissen wir, daß entfärbende Wirkungen nicht allein der Kohle, sondern in größerem oder geringerem Maße allen unlöslichen Körpern, wie namentlich gewissen in der Natur vorkommenden Silicaten (Infusorienerde, Pfeifenthon, Fullererde ꝛc.), den künstlich erzeugten Niederschlägen von Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und nach Filhol[1]) in ganz besonderem Grade frisch gefälltem Bleisulfid zukommen.

Man hat früher angenommen, daß man es in all' diesen Fällen und auch in jenen, wo es sich um die Fixirung von Salzen, Gasen und Riechstoffen durch gewisse feste Körper (vegetabilische und thierische Kohle, Platinschwamm, Palladiumschwamm ꝛc. ꝛc.) handelt, mit einer sog. Oberflächenwirkung zu thun hat, die aber die chemische Anziehung bis zu einer gewissen Stärke zu überwinden vermag, und daß bei diesem Vorgang die aufgenommenen Substanzen lediglich

[1]) Journ. f. prakt. Chemie 67, 255.

auf der Oberfläche abgelagert oder verdichtet, im Uebrigen in ihrer Zusammensetzung aber nicht verändert werden. Diese Anschauung, die natürlich in vielen Fällen zutreffend ist, glaubte man auch ohne Weiteres auf die entfärbende Wirkung der Kohle, besonders der thierischen, übertragen zu dürfen, nachdem es sich gezeigt hatte, daß man z. B. einer Thierkohle, mit welcher man Indigolösung entfärbt hatte, den Indigo durch verdünnte Natronlauge in unveränderter Form wieder entziehen kann.

Bald aber machte man die Beobachtung, daß für die Wirkungsweise der Kohle wenigstens auch andere Processe oxydirender und reducirender Natur in Frage kommen. So zeigte A. W. Hofmann, daß eine farblose Leukanilinlösung beim Kochen mit Thierkohle sich ziemlich schnell unter Bildung von Rosanilin röthet. P. Cazeneuve[1]) beobachtete die gleiche Erscheinung der Farbstoffbildung beim Kochen der Lösungen von α-Naphtylamin oder p-Phenylendiamin mit Thierkohle. Er zeigte ferner, daß Rothwein bei längerer Behandlung mit Thierkohle unter Durchleiten eines schwachen Luftstromes zur Erzielung intensiverer Berührung zwischen Flüssigkeit und Kohle eine zwiebelrothe Färbung annimmt, dieselbe Färbung, welche ihm auch durch Versetzen mit Salpetersäure oder einer Wasserstoffsuperoxydlösung ertheilt wird, während derselbe Wein bei gleicher Behandlung mit Luft, aber ohne Knochenkohle, seine Farbe nicht verändert. Auch gegenüber gewissen Leukoderivaten der Condensationsproducte zwischen Sulfophenolcampher und Paranitrosomethylanilin verhält sich die Thierkohle als Oxydationsmittel von gleicher Wirkung wie Wasserstoffsuperoxyd, Eisenchlorid, Ferricyankalium ꝛc. und erzeugt schon in der Kälte eine johannisbeerrothe Färbung, welche durch Berührung mit Luft allein nicht entsteht.

Nach allen diesen Versuchen verhält sich die Thierkohle als ein dem Wasserstoffsuperoxyd vergleichbares, oxydirend wirkendes Agens, was auch die Erscheinung erklärt, daß Thierkohle gewisse Lösungen färbt, statt sie zu entfärben. Dieses Oxydationsvermögen der Kohle dürfte bei der Wirkung derselben als Entfärbungsmittel eine Rolle spielen, wie dadurch gezeigt wird, daß Thierkohle, der man durch Erhitzen und Erkaltenlassen in einem Strome reinen Stickstoffes die eingeschlossene Luft entzog, weniger kräftig entfärbend wirkt. Ebenso wirkt in Kohlensäure erkaltete Holzkohle weniger entfärbend als mit Luft beladene Kohle.

Die Kohle absorbirt jedenfalls den Farbstoff mechanisch, der dann durch den in der Kohle verdichteten Sauerstoff verbrannt wird, worauf letztere von Neuem Farbstoff zu absorbiren vermag. Sind also die entfärbend wirkenden Eigenschaften der Kohle vorwiegend einer mechanischen Bindung der Farbstoffe auf der Kohlesubstanz zuzuschreiben, so ist doch die Rolle des in den Poren in ozonähnlichem Zustande condensirten Sauerstoffes nicht zu vernachlässigen. Letzterer zerstört gewisse Farbstoffe und bewirkt die Bildung anderer durch Oxydation.

Andererseits hat man aber auch Beobachtungen gemacht, welche eine direct reducirende Wirkung der Kohle, namentlich gegenüber den Lösungen gewisser Metallsalze, erkennen lassen. So fand namentlich Monde[2]), daß frisch aus-

[1]) Compt. rend. 110, 788, 1890; Chem.-Ztg. 1890, Nr. 14. — [2]) Journ. f. prakt. Chemie 67, 255.

geglühte Kohle die Lösungen von schwefelsaurem Kupfer und salpetersaurem Silber zu reduciren vermag, und Heintz[1]) zeigte, daß Lösungen von Platinchlorid beim anhaltenden Kochen mit thierischer Kohle entfärbt werden und daß das Filtrat nur noch Salzsäure, aber kein Platin mehr enthält. In ähnlicher Weise wird eine Lösung von Eisenchlorid zu Eisenchlorür reducirt. Da hierbei aber keine Oxydationsproducte der Kohle, wie Kohlenoxyd und Kohlensäure, auftreten, so ist Heintz geneigt, die reducirende Wirkung dem stets vorhandenen und auf der Oberfläche der Kohle verdichteten Wasserstoff zuzuschreiben, der bekanntlich selbst beim Erhitzen derselben bis zur Weißgluth nicht ausgetrieben werden kann.

Die Frage, ob man es bei den geschilderten Wirkungen der Kohle ausschließlich mit einer physikalischen (Oberflächenanziehung) oder chemischen Erscheinung zu thun hat, ist demnach noch nicht entgültig zu Gunsten der einen oder anderen Anschauung entschieden. Wahrscheinlich ist, daß in manchen Fällen die eine oder die andere Kraft, in anderen beide Kräfte für die erzielte Wirkung in Frage kommen. Nach unserer persönlichen Anschauung dürfte allerdings auch bei den Entfärbungserscheinungen die Oberflächenwirkung die größte Rolle spielen. Das geht auch schon aus dem erwähnten Entfärbungsversuch mit Indigolösung hervor, bei welchem der Kohle nach dem Entfärben der Indigo wieder in unverändertem Zustande entzogen werden konnte, sowie aus dem Umstande, daß auch anderen, fein vertheilten unlöslichen Substanzen Entfärbungsvermögen, freilich nicht in dem gleichen Maße wie der thierischen Kohle, zukommt.

Es ist nicht ohne Interesse, die in der Technik verwendeten, hierher gehörigen Substanzen hier kurz zu erwähnen. Nach Behrigs[2]) wird in einigen Fabriken Thon zum Entfärben des Paraffins angewendet, was aber nur dann geschehen kann, wenn das Paraffin schon vorher gut gereinigt worden und nur noch sehr wenig gefärbt ist, während thierische Kohle auch auf starke Färbungen kräftig entfärbend einwirkt. Zaloziecki[3]) hat den Wirkungswerth gewisser Silicate auf gefärbtes Ceresin constatiren können, wogegen Höland[4]) zeigte, daß die Entfärbungskraft dieser Silicate für Paraffin eine sehr verschiedene ist und nur dem Kaolin in gleichem Maße wie der thierischen Kohle zukommt. Ein amerikanisches Entfärbungspulver dieser Klasse, Magnesiumhydrosilicat, besitzt nach Leo Vossen[5]) etwa 50 Proc. weniger Entfärbungskraft als die thierische Kohle und hat außerdem den Nachtheil, daß der Entfärbungsproceß viel länger als mit der letzteren dauert. Wo derartige Producte heute noch zur Anwendung gelangen, geschieht es also meistens nur des billigeren Preises wegen. Sie sind auch schon um deßwillen nicht in allen Fällen anwendbar, weil sie, z. B. von sauren Flüssigkeiten, zum Theil gelöst werden, während sich die Kohle allen hier in Frage kommenden Agentien gegenüber vollkommen indifferent verhält und schon allein aus diesem Grunde das Universalentfärbungsmittel repräsentirt.

---

[1]) Zeitschr. f. d. chem. Großgewerbe 2, 419; Liebig's Ann. 187, 2, 227. — [2]) Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächs.-thür. Mineralölind. 1888; Dingl. Polyt. Journ. 270, 182. — [3]) Dingler's polyt. Journ. 265. — [4]) Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächs.-thür. Mineralölind. 1888. Vergl. auch Scheithauer, Die Fabrikation der Mineralöle, S. 170. Braunschweig 1895. — [5]) Oesterr. Chem.-Ztg. 1905, S. 373 und freundliche Privatmittheilung.

Die Frage, warum besonders die Knochenkohle mit einem so hohen Entfärbungsvermögen ausgestattet ist, läßt sich leicht beantworten. In ausgetrocknetem Zustande enthalten die Knochen etwa ein Drittel organische, aus stickstoffhaltigem Knorpel bestehende Substanz neben zwei Dritteln vorwiegend aus phosphorsaurem Kalk bestehenden anorganischen Bestandtheilen. Werden die Knochen bei Luftabschluß geglüht, so ist in der rückständigen Knochenkohle das Verhältniß zwischen Kohle und anorganischer Substanz (Knochenasche) annähernd = 1 : 10. In Folge dessen befindet sich die Kohle in äußerst feiner Vertheilung durch die dazwischen gelagerten mineralischen Bestandtheile. Diese verhindern auch den Knorpel, welcher für sich allein erhitzt schmelzen und nur eine blasige, glänzende Kohle ohne Entfärbungsvermögen hinterlassen würde, während des Brennens der Knochen am Schmelzen und verursachen dadurch die Bildung einer matten, porösen Kohle von größter absorbirender Kraft.

Schon Bussy[1]), welchem wir neben Payen das eingehendste Studium der Entfärbungsfrage verdanken, hat diese Thatsache in ihrer vollen Tragweite erkannt und sie sich bei seinen Studien dienstbar gemacht. Er hat verschiedene Kohle auf die mannigfachste Weise präparirt und in ihrem Entfärbungsvermögen gegen Indigolösung und Melasse mit einander verglichen. Insbesondere hat er auch Blut unter Zusatz von Alkali zur Trockne verdampft und darauf verkohlt und so eine Entfärbungskohle von höchster Wirksamkeit erhalten. Nach ihm ist die Wirkung des Alkali hierbei keine blos mechanische, dadurch hervorgerufen, daß es sich zwischen die einzelnen Theilchen lagert und so eine feinere Vertheilung bewirkt. Thierische Kohle ist stets stickstoffhaltig und, indem sich das Alkali dieses Bestandtheils unter Bildung von Cyankalium bemächtigt, kann es die entfärbende Kraft der Thierkohle verzehnfachen, wie z. B. bei der aus der Blutlaugensalzfabrikation stammenden Kohle aus thierischen Abfällen.

Die Resultate der Arbeiten von Bussy sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Die zur Indigoprobe bei seinen Entfärbungsversuchen verwandte Flüssigkeit enthielt 1 g Indigo pro Liter, so daß also jedes Gramm entfärbter Flüssigkeit 1 mg Farbstoff entspricht. Die angewandte Menge an Kohle betrug in allen Fällen 1 g.

Daraus ergiebt sich zunächst die seither oft bestätigte Thatsache, daß ein und dieselbe Kohle nicht den gleichen Grad von Entfärbungsvermögen für verschieden gefärbte Flüssigkeiten besitzt; weiter bietet diese Zusammenstellung uns aber auch werthvolle Winke für die Herstellung von Entfärbungskohlen überhaupt, die man seither auch mit größtem Erfolg ausgebeutet hat.

Die Herstellung der Entfärbungskohle ist lange Jahre hindurch und zum Theil auch heute noch in der Hauptsache ein Nebenzweig der Fabrikation von Blutlaugensalz aus thierischen Abfällen, wie Horn, Blut, Leder, Lumpen ꝛc., gewesen, wobei nach dem Auslaugen der Schmelze mit Potasche ein Rückstand hinterblieb, Satz oder Schwärze genannt, der neben Kohle metallisches Eisen, Schwefeleisen und Schwefelkalium enthält. Dieser „Satz“, aus dem man die

[1]) Journ. de Pharm. 8, 257.

Natur der Kohle Angewandt: 1 g	Entfärbte Indigolösung g	Entfärbte Melasselösung g	Verhältniß aus dem Indigo	Verhältniß aus der Melasse
1. Rohe Knochenkohle	32	9	1,00	1,00
2. Kohle von vegetabilischen und thierischen Oelen, mit phosphorsaurem Kalk calcinirt	64	17	2,00	1,90
3. Knochenkohle, mit Salzsäure extrahirt	60	15	1,87	1,60
4. Nr. 3 mit Kali calcinirt	1450	130	45,00	20,00
5. Calcinirter Kienruß	128	30	4,00	3,30
6. Nr. 5 mit Kali calcinirt	550	90	15,20	10,60
7. Kohle aus calcinirter Soda, mit Phosphor abgeschieden	380	80	12,00	8,80
8. Kohle aus essigsaurem Kali	180	40	5,60	4,40
9. Kohle aus Stärkemehl, mit Kali calcinirt	340	80	10,60	8,80
10. Kohle aus Eiweiß oder Leim, mit Kali calcinirt	1115	140	35,00	15,50
11. Kohle aus Blut, mit phosphorsaurem Kalk calcinirt	380	90	12,00	10,00
12. Kohle aus Blut, mit Kreide calcinirt	570	100	18,00	11,00
13. Kohle aus Blut, mit Kali calcinirt .	1600	180	50,00	20,00

Kohle durch einen Reinigungsproceß in mehr oder weniger reinem Zustand abgeschieden hat, bildete das Rohmaterial, aus dem man die Entfärbungskohle fabricirte. Schon seit längerer Zeit ist indessen die Gewinnung von Ferrocyanalkalien auf diesem Wege eingegangen, hauptsächlich deßhalb, weil die Leuchtgasindustrie in ihren „ausgebrauchten Gasreinigungsmassen“ enorme Mengen eines sehr reichhaltigen Rohmaterials auf den Markt geworfen hat, dem man das darin enthaltene Cyan nur durch einen einfachen Auslaugungsproceß zu entziehen braucht, um auf billigstem Wege die Ferrocyanalkalien zu gewinnen. Auch stiegen die beim alten Proceß verwendeten thierischen Abfälle in Folge anderweitiger, besserer Verwerthung mit der Zeit immer höher im Preise, und endlich war auch das alte Verfahren in Folge der enormen Beanspruchung der Apparatur beim Schmelzproceß ein sehr kostspieliges. Aus diesen Gründen ist von den nach diesem alten Verfahren arbeitenden Blutlaugensalzfabriken seit Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts eine nach der anderen eingegangen, und es konnten sich nach Mittheilung eines befreundeten Fachmannes nur wenige derselben, hauptsächlich wegen der gleichzeitigen Fabrikation des lohnenden Entfärbungspulvers, noch bis in die letzten Jahre über Wasser halten.

Das aus dieser Quelle stammende, vorzügliche Rohmaterial ist also bald nicht mehr zu haben, und nur wenige größere Werke, die früher die Fabrikation von Blutlaugensalz nach dem alten Verfahren betrieben haben, haben sich auf Halden größere Mengen von Rückständen aufgestapelt, die aber gleichfalls in sechs

bis sieben Jahren erschöpft sein werden[1]). Dann wird der gesammte Bedarf an Entfärbungskohle aus anderen Quellen gedeckt werden müssen. Als Rohmaterialien kommen fernerhin in Betracht vor Allem die Knochenkohle, dann Holzkohle, Braunkohle, Abfälle aus Cellulosefabriken (Sulfitverfahren), Lederfabriken und Schlachthäusern (Blut, Horn) ꝛc., von denen natürlich diejenigen thierischen Ursprungs im Werthe an erster Stelle stehen.

Die Fabrikation der Entfärbungskohle.

Die allgemeinen Gesichtspunkte, welche bei der Herstellung intensiv wirkender Entfärbungspulver beachtet werden müssen, sind bereits in den vorstehenden Zeilen entwickelt worden. Es bleibt uns daher noch übrig, wenige Worte der Verkohlung des Materials zu widmen, welche ebenso wichtig ist wie die spätere Verarbeitung.

Ein gleichmäßiges und genügendes Brennen der zur Verkohlung gelangenden Materialien ist für die Erzielung befriedigender Resultate die erste Bedingung. Ist die im Ofen herrschende Temperatur zu niedrig oder der Verkohlungsproceß von zu kurzer Dauer, so resultirt eine Kohle, welche noch viel unverbrannte, empyreumatische Stoffe enthält, die sich später in der zu entfärbenden Flüssigkeit lösen und ihr sowohl einen unangenehmen Geruch, als auch eine bräunliche Farbe ertheilen, Eigenschaften, die sie für den genannten Zweck unbrauchbar machen. Dagegen liefert ein zu langes Erhitzen oder zu hohe Temperatur eine zu dichte Kohle, deren wirksame Oberfläche sehr vermindert ist und damit im Zusammenhang auch ihr Entfärbungsvermögen. Es ist daher von der größten Wichtigkeit, die Materialien hinlänglich zu brennen, dabei aber zu verhüten, daß die Verkohlungstemperatur zu hoch steigt.

Aus dem gleichem Grunde ist es aber auch nicht minder wichtig, die Kohle, damit sie den zu entfärbenden Flüssigkeiten eine möglichst große Oberfläche bietet, entsprechend zu zerkleinern; denn je größer die Oberfläche, desto wirksamer ist die Kohle. Wenn z. B. 100 Thle. fein pulverisirter Kohle 170 Volume einer Indigolösung entfärben, so entfärbt dieselbe Menge der gleichen Kohle in Linsengröße gekörnt nur 130 Volume und in der Größe von Kaffeebohnen nur 110 Volume dieser Lösung[2]). Andererseits darf man indessen beim Pulverisiren von Entfärbungskohlen auch nicht zu weit gehen; in zu fein vertheiltem Zustande bietet sie bei der Entfärbung von Flüssigkeiten die Schwierigkeit, daß sie zuweilen mit durch die Filter läuft und das Filtrat mehr oder weniger dunkel färbt, weil sie sich in Folge ihrer Leichtigkeit nicht sedimentirt[3]).

Die Erfahrung hat auch gezeigt, daß die absorbirende Kraft der thierischen Kohle abnimmt, wenn dieselbe zu lange an der Luft gelegen hat, aus welcher sie unter Anderem Ammoniak und kohlensaures Ammoniak aufnimmt, die ihre Poren

---

[1]) Freundliche Privatmittheilung des Herrn Commerzienrath Leo Vossen in Aachen; Oesterr. Chem.-Ztg. 1905, S. 373. — [2]) Stohmann u. Engler, Handbuch der techn. Chemie 2, 659. Stuttgart 1874. — [3]) Gattermann, Praxis des organ. Chemikers, S. 41. Leipzig 1894.

versetzen. Dieser Fall erlangt dadurch eine größere praktische Wichtigkeit, weil beim Brennen thierischer Substanzen sich Ammoniak und dessen Verbindungen in großer Menge bilden und beim Erkalten der Kohle auf deren Oberfläche condensirt werden. Sie lassen sich natürlich schon durch Behandlung der Kohle mit ganz verdünnter Salzsäure entfernen.

Diese allgemeinen Bemerkungen vorausgeschickt, gehen wir jetzt zur speciellen Beschreibung der Verarbeitung der einzelnen Rohmaterialien über.

1. Entfärbungspulver aus dem Satz der Blutlaugensalzfabrikation[1]). Der unlösliche Rückstand, welcher beim Auslaugen der Schmelzen der Blutlaugensalzfabrikation aus thierischen Abfällen hinterbleibt, Schwärze oder Satz genannt, enthält im Wesentlichen Kohle, metallisches Eisen, Schwefeleisen, Schwefeleisenkalium, unlösliche Kali- und Natronsilicate und außerdem die sämmtlichen unlöslichen Bestandtheile der Aschen der angewandten organischen Substanzen, und zwar ist seine Menge um so größer, je mehr Verunreinigungen in Form von Sand ꝛc. die thierischen Stoffe aufzuweisen hatten. Die Menge dieses unlöslichen Rückstandes und seine Zusammensetzung bei der Verwendung von verschiedenen organischen Substanzen zeigt folgende, nach Karmrodts[2]) Resultaten zusammengestellte Tabelle.

	Horn Proc.	Lumpen Proc.	Leder Proc.
Rückstand der Schmelze	18,75	28,30	35,10
Zusammensetzung:			
Kieselsäure	21,14	29,70	26,45
Kohle	6,10	4,22	9,19
Kali	12,18	16,70	10,22
Kalk	16,20	18,45	19,66
Magnesia	2,15	1,27	0,97
Thonerde	4,80	10,24	14,17
Eisenoxyd und metallisches Eisen	16,14	2,12	3,10
Mangan	0,42	0,06	0,72
Kupfer	Spur	0,42	0,02
Schwefelsäure	1,27	0,16	1,85
Phosphorsäure	10,45	6,44	4,92
Schwefel, Chlor, Cyan, Kohlensäure und Verlust	9,15	10,22	8,73

Danach sind also die Mengen der Rückstände, welche einzelne Schmelzen ergeben, ebenso wechselnd wie die Zusammensetzung der ersteren selbst. In allen Fällen aber scheint der nutzbare Bestandtheil der Rückstände, die thierische Kohle, nur in sehr untergeordneter Quantität vorhanden zu sein. Durch die Reinigung

[1]) Theilweise nach freundlichen Privatmittheilungen des Herrn Commerzienrath Leo Vossen. — [2]) Chem. Centralbl. 1857, S. 858.

sind also sehr beträchtliche Mengen von unwirksamen und störenden Substanzen, besonders Sand (Silicate), Eisen, Kali, Kalk und Schwefelverbindungen zu entfernen, was sowohl eine mechanische, wie auch eine chemische Bearbeitung erfordert.

Was zunächst die chemische Seite der Verarbeitung anbelangt, so beginnt diese damit, daß die erschöpften Rückstände auf Halden gebracht werden, um daselbst möglichst lange zu lagern und so dem Schwefeleisenkaligehalt Gelegenheit zu geben, sich durch freiwillige Oxydation zu zersetzen. Diese Zersetzung durch andere Oxydationsmittel zu bewirken, wäre natürlich viel zu theuer. Man wird den Oxydationsproceß auch durch Anwendung mechanischer Mittel, wie häufiges Wenden ꝛc., zu unterstützen vermögen. Auf diese Operation folgt sodann ein Schlämmen der schweren Theile, wie Eisen, Eisenoxyd, Sand ꝛc., von der leichten Kohle, wobei gleichzeitig auch die durch Oxydation des Schwefeleisenkaliums ꝛc. entstandenen, löslichen Salze ausgewaschen werden.

Die jetzt resultirende Kohle ist bereits für rohe Entfärbungszwecke verwendbar. Um feinere Qualitäten von Entfärbungspulver zu erzielen, wird das Product wiederholt mit Salzsäure ausgekocht, vollkommen ausgewaschen und getrocknet. Für ganz besondere Zwecke, z. B. zur Verwendung für die Entfärbung kostbarer Alkaloide ꝛc. wird diese Raffination mit Salzsäure in besonders scharfer Weise ausgeführt, so daß alles Eisen und die sonstigen unlöslichen Oxyde in Lösung gehen und schließlich nur der ganz reine Kohlenstoff von höchstem Entfärbungsvermögen zurückbleibt. Nach dem Trocknen, Mahlen und eventuellen Calciniren ist das Product verkaufsfertig. Nach Vossen[1]) enthält es etwa 30 bis 40 Proc. Thierkohle, ferner große Mengen von Kieselsäure und kieselsauren Salzen, sowie etwas Eisenoxyd.

2. Entfärbungspulver aus Knochenkohle. Werden Knochen bei Luftabschluß verkohlt, so verlieren sie den größten Theil ihrer flüchtigen Bestandtheile in Form von Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, Cyan, Schwefelammonium, und organischen Basen, wie Pyridin, Picolin, Aethyl- und Methylamine ꝛc., und es hinterbleibt eine Kohle, welche die Structur der Knochen beibehalten hat, sehr porös ist, etwa 6 bis 12 Proc. Kohle und den Rest in Form von Aschenbestandtheilen enthält. Der Kohlenstoff ist, wie sämmtlicher beim Verkohlen organischer Materien erhaltene, nicht vollkommen rein, sondern enthält neben geringen Mengen von Wasserstoff nach Wallace[2]) etwa $^1/_{10}$ seines Gewichts an Stickstoff. Nach Weiler ist außerdem Cyancalcium ein nie fehlender Bestandtheil der frisch bereiteten Knochenkohle.

Eine vorzügliche Knochenkohle besitzt nach Wallace (loc. cit.) folgende Zusammensetzung:

Kohle	11,0 Proc.	Schwefelsaurer Kalk . .	0,2 Proc.
Phosphorsaurer Kalk und		Alkalisalze	0,4 „
phosphorsaure Magnesia	80,0 „	Eisenoxyd	0,1 „
Kohlensaurer Kalk. . .	8,0 „	Kieselsäure	0,3 „

[1]) Oesterr. Chem.-Ztg. 1905, S. 373. — [2]) Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 1871, S. 349.

Renner[1]) fand in zwei verschiedenen Proben folgende Bestandtheile:

	1.	2.
Kohlenstoff	9,6 Proc.	9,7 Proc.
Schwefelsaurer Kalk	0,2 „	0,3 „
Kohlensaurer Kalk	8,6 „	7,8 „
Phosphorsaurer Kalk	78,3 „	77,9 „
Phosphorsaure Magnesia	1,3 „	1,3 „
Chlornatrium	0,5 „	0,5 „
Silicate und Sand	0,8 „	0,8 „
Eisenoxyd	0,2 „	0,3 „
Alkalien, Schwefel, organische Reste	0,5 „	1,4 „

Aus Analysen, die Stammer[2]) für ungebrauchte und gebrauchte Knochenkohle veröffentlichte, ergiebt sich für frische Knochenkohle folgende Zusammensetzung:

Wasser	3,66 Proc.	Alkalimetalle	0,39 Proc.
Kohle	10,08 „	Chlor	0,38 „
Sand	1,95 „	Schwefelsäure	0,21 „
Eisenoxyd	0,19 „	Kohlensäure	3,12 „
Magnesia	0,13 „	Phosphorsäure	33,63 „
Kalk	44,91 „		

Aus einer großen Anzahl von Analysen, die Hugo Schulz[3]) ausführte, geht hervor, daß der Gehalt der Knochenkohle an Kohlenstoff von etwa 5,75 bis 12,5 Proc. schwankt. Schwefelmetalle fehlen begreiflicher Weise in keiner Knochenkohle. Frazer Smith[4]) hat nachgewiesen, daß der Schwefel an Eisen und nicht etwa an Alkali- oder Alkalierdmetalle gebunden ist, da die Knochenkohle weder in der Kälte noch beim Erwärmen mit Essigsäure Schwefelwasserstoff entwickelt, während die Sulfide der Alkalien und alkalischen Erden durch kalte Essigsäure sofort zersetzt werden. Erst beim Behandeln mit Salzsäure werden die Sulfide der Knochenkohle unter Schwefelwasserstoffentwickelung zersetzt, und bekanntlich wird auch das Schwefeleisen nicht von Essigsäure, wohl aber von verdünnter Salzsäure angegriffen.

Um also aus der Knochenkohle ein indifferentes Entfärbungspulver herzustellen, müssen reichlich ebensoviel fremde und schädliche Bestandtheile wie aus dem Satz der Blutlaugensalzfabriken durch eine Reinigung mit Salzsäure entfernt werden. Eine andere Säure, etwa die billigere Schwefelsäure, ist natürlich in diesem Falle wegen der Schwerlöslichkeit des entstehenden schwefelsauren Kalks nicht zu verwenden.

Neuerdings wird zwar von England aus mit großer Reclame unter dem Namen „Clarine" ein „neues" Entfärbungsmittel in den Handel gebracht. Wie Herzfeld[5]) mittheilt, besteht dasselbe im Wesentlichen aus mit Schwefelsäure aufgeschlossener Knochenkohle und enthält ein lösliches Calciumsalz der Phosphorsäure. Es bietet somit weder etwas Neues, noch etwas besonders Gutes und

[1]) Dingler's polyt. Journ. 144, 371. — [2]) Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 1871, S. 332. — [3]) Dingler's polyt. Journ. 183, 314. — [4]) Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 1875, S. 817. — [5]) Zeitschr. f. Zuckerind. 1906, S. 738; Chem.-Ztg. 1906, Repert. S. 291.

wird sich in Folge seiner Verunreinigungen nur für ganz bestimmte Zwecke verwenden lassen.

Krieger[1]) hat für die Entkalkung der zum Entfärben der Zuckersäfte dienenden Knochenkohle die Behandlung derselben mit unter hohem Druck durch Kohlensäure gesättigten Wasser in Vorschlag gebracht; aber dort handelt es sich um die Beseitigung des von der Kohle aus dem Saft aufgenommenen kohlensauren Kalks, während der in derselben schon vorher, hauptsächlich als phosphorsaures Salz vorhandene, sogenannte Constitutionskalk erhalten bleiben soll. Auch ist phosphorsaurer Kalk, der ja in der Knochenkohle gegenüber dem Carbonat in ungefähr der 10fachen Menge vorhanden ist, in kohlensaurem Wasser nicht löslich.

Zur Herstellung von Entfärbungspulver aus Knochenkohle bedient man sich nur eines Abfallproductes aus der Fabrikation derselben. Bekanntlich wird die Knochenkohle durchweg nur in gekörntem Zustande in der Industrie verwendet. Beim Zerkleinern derselben in geeigneten Brechmaschinen entfällt ein mehr oder minder großer Procentsatz derselben in für diese Zwecke unbrauchbarer, feinkörniger und staub- oder pulverförmiger Form, welche seither in gemahlenem Zustande als Beinschwarz für Malerfarben oder zur Herstellung von Schuhwichse und Lederschwärze in den Handel gebracht wurde. In neuerer Zeit[2]) hat jedoch der früher ziemlich geringwerthige Staub der Knochenkohle sehr an Bedeutung gewonnen, nachdem er als eines der vorzüglichsten Rohmaterialien für die Fabrikation von Entfärbungspulvern herangezogen werden mußte.

Die Extraction der Knochenkohle mit Salzsäure vollzieht sich in der Regel in großen, hölzernen, mit Rührwerken versehenen Bottichen, welche entweder im Freien aufgestellt oder mit Deckel und Abzug versehen sind, um die Belästigung der Arbeiter durch schädliche und giftige Gase (Salzsäure, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff) zu verhüten. Die Bottiche werden bis zur Hälfte mit Salzsäure gefüllt und die Knochenkohle unter gutem Umrühren in continuirlichem Strahl einlaufen gelassen. Die Masse schäumt anfänglich ziemlich stark auf, verwandelt sich aber bald in eine dicke, schwarze Flüssigkeit, der man Wasser zufügt, um sie dann, nachdem das Rührwerk noch kurze Zeit in Thätigkeit war, in der Ruhe absitzen zu lassen. Durch Abziehen trennt man die über dem zarten, schwarzen Schlamm stehende, die gesammte Phosphorsäure neben Chlorcalcium, Alkali-, Magnesium-, Thonerde- und Eisensalz enthaltende Flüssigkeit von der Kohle und sammelt sie für eine weitere Verarbeitung.

Der Bodenschlamm wird wiederholt mit reinem Wasser aufgerührt und die abgezogenen sauren Waschwässer für die Verdünnung der Salzsäure zu neuen Operationen aufbewahrt. Schließlich wird der erschöpfte Schlamm in eine Filterpresse gedrückt und darin mit reinem, am besten heißem Wasser vollkommen ausgewaschen. Nach dem Trocknen und Mahlen ist das Entfärbungspulver verkaufsfertig.

Die Menge der Salzsäure, die man bei dem Entkalkungsproceß anzuwenden hat, richtet sich nach dem Gehalt der verwendeten Knochenkohle an säurelöslichen, anorganischen Bestandtheilen und kann vorher durch Analyse festgestellt werden.

---

[1]) Dingler's polyt. Journ. 226, 603. — [2]) Friedberg, Die Verwerthung der Knochen ꝛc. 1884, S. 180.

Ein entsprechender Ueberschuß muß natürlich vorhanden sein; wie groß dieser zu nehmen ist, ergiebt sich aus dem Befund der Extraction, der sich durch die Betriebscontrolle leicht feststellen läßt.

Nach dem Verfahren von G. Banfi[1]) wird gewöhnliche Knochenkohle statt mit Salzsäure mit schwefliger Säure behandelt, wobei diese letztere stets in geeigneter Weise wiedergewonnen wird. Ein besonderer Werth des Verfahrens liegt zugleich darin, daß auch gebrauchte Knochenkohle, welche ihre Entfärbungskraft verloren hat, durch die reducirende Wirkung der schwefligen Säure auf die vorhandenen organischen Stoffe wieder ihre ursprüngliche, höchste Entfärbungskraft erhält, so daß das bisher nöthige Ausglühen vermieden wird.

Die gewöhnliche Knochenkohle wird entweder gekörnt oder gepulvert in zwei senkrechte, hohe Behälter aus Sandstein oder aus einem anderen geeigneten Stoff eingeführt, die an ihren unteren Enden geschlossen sind und von denen der eine an der oberen Oeffnung durch einen mit einem Rohr versehenen Deckel geschlossen ist, welches, nach unten gebogen, in den unteren Theil des zweiten, oben offenen Behälters einmündet. In diese beiden Behälter wird außer der Knochenkohle die sechs- bis achtfache Gewichtsmenge Wasser eingefüllt. Am unteren Theile des ersten Behälters wird ein Strom von Schwefligsäureanhydrid eingeblasen, welches mit Luft oder auch anderen inerten Gasen vermischt sein kann, um das Bewegen der Masse zu begünstigen.

Zu diesem Zweck eignet sich besonders solche schweflige Säure, welche durch Verbrennen von Schwefel oder auch Pyriten in einem Luftstrom gewonnen wird, weil diese Gasmischung außer der schwefligen Säure eine gewisse Menge freien Sauerstoff und eine große Menge Stickstoff enthält, welche Gase das erwähnte Bewegen oder Durchrühren der Masse begünstigen und folglich die Berührung der schwefligen Säure mit der in Wasser getauchten Thierkohle inniger gestalten.

Durch die Einwirkung der schwefligen Säure werden Calciumcarbonat und Calciumphosphat, welche in der Kohle des ersten Behälters vorhanden sind, zersetzt, indem ersteres in Calciumbisulfit, letzteres in Calciummonophosphat und Calciumbisulfit gemäß folgender Gleichungen übergeführt wird:

$$CaCO_3 + SO_2 + H_2O = Ca(HSO_3)_2 + CO_2,$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4SO_2 + 4H_2O = Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(HSO_3)_2.$$

Calciumbisulfit und Monophosphat werden vom Wasser gelöst, und es steigt allmählich die Dichte dieser Lösung. Das Einblasen von schwefliger Säure wird so lange fortgesetzt, bis die Dichte der Lösung keine Erhöhung mehr zeigt.

Während der Reaction, besonders gegen das Ende der Umsetzung, entweicht mit den inerten Gasen aus dem ersten Behälter schweflige Säure, welche von den Calciumsalzen der im zweiten Behälter befindlichen Knochenkohle gebunden wird. Die Anwendung von zwei mit einander verbundenen Behältern hat den Zweck, neben der Nutzbarmachung der aus dem ersten Behälter entweichenden schwefligen Säure in den zweiten Behälter, in dem ersten Behälter einen gewissen Druck zu erzeugen, welcher die Reaction beschleunigt und auch dichtere Lösungen zu erhalten

[1]) D. R.-P. Nr. 168034, 1904.

wird sich in Folge seiner Verunreinigungen nur für ganz bestimmte Zwecke verwenden lassen.

Krieger[1]) hat für die Entkalkung der zum Entfärben der Zuckersäfte dienenden Knochenkohle die Behandlung derselben mit unter hohem Druck durch Kohlensäure gesättigten Wasser in Vorschlag gebracht; aber dort handelt es sich um die Beseitigung des von der Kohle aus dem Saft aufgenommenen kohlensauren Kalks, während der in derselben schon vorher, hauptsächlich als phosphorsaures Salz vorhandene, sogenannte Constitutionskalk erhalten bleiben soll. Auch ist phosphorsaurer Kalk, der ja in der Knochenkohle gegenüber dem Carbonat in ungefähr der 10fachen Menge vorhanden ist, in kohlensaurem Wasser nicht löslich.

Zur Herstellung von Entfärbungspulver aus Knochenkohle bedient man sich nur eines Abfallproductes aus der Fabrikation derselben. Bekanntlich wird die Knochenkohle durchweg nur in gekörntem Zustande in der Industrie verwendet. Beim Zerkleinern derselben in geeigneten Brechmaschinen entfällt ein mehr oder minder großer Procentsatz derselben in für diese Zwecke unbrauchbarer, feinkörniger und staub- oder pulverförmiger Form, welche seither in gemahlenem Zustande als Beinschwarz für Malerfarben oder zur Herstellung von Schuhwichse und Lederschwärze in den Handel gebracht wurde. In neuerer Zeit[2]) hat jedoch der früher ziemlich geringwerthige Staub der Knochenkohle sehr an Bedeutung gewonnen, nachdem er als eines der vorzüglichsten Rohmaterialien für die Fabrikation von Entfärbungspulvern herangezogen werden mußte.

Die Extraction der Knochenkohle mit Salzsäure vollzieht sich in der Regel in großen, hölzernen, mit Rührwerken versehenen Bottichen, welche entweder im Freien aufgestellt oder mit Deckel und Abzug versehen sind, um die Belästigung der Arbeiter durch schädliche und giftige Gase (Salzsäure, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff) zu verhüten. Die Bottiche werden bis zur Hälfte mit Salzsäure gefüllt und die Knochenkohle unter gutem Umrühren in continuirlichem Strahl einlaufen gelassen. Die Masse schäumt anfänglich ziemlich stark auf, verwandelt sich aber bald in eine dicke, schwarze Flüssigkeit, der man Wasser zufügt, um sie dann, nachdem das Rührwerk noch kurze Zeit in Thätigkeit war, in der Ruhe absitzen zu lassen. Durch Abziehen trennt man die über dem zarten, schwarzen Schlamm stehende, die gesammte Phosphorsäure neben Chlorcalcium, Alkali-, Magnesium-, Thonerde- und Eisensalz enthaltende Flüssigkeit von der Kohle und sammelt sie für eine weitere Verarbeitung.

Der Bodenschlamm wird wiederholt mit reinem Wasser aufgerührt und die abgezogenen sauren Waschwässer für die Verdünnung der Salzsäure zu neuen Operationen aufbewahrt. Schließlich wird der erschöpfte Schlamm in eine Filterpresse gedrückt und darin mit reinem, am besten heißem Wasser vollkommen ausgewaschen. Nach dem Trocknen und Mahlen ist das Entfärbungspulver verkaufsfertig.

Die Menge der Salzsäure, die man bei dem Entkalkungsproceß anzuwenden hat, richtet sich nach dem Gehalt der verwendeten Knochenkohle an säurelöslichen, anorganischen Bestandtheilen und kann vorher durch Analyse festgestellt werden.

---

[1]) Dingler's polyt. Journ. 226, 603. — [2]) Friedberg, Die Verwerthung der Knochen ꝛc. 1884, S. 180.

Ein entsprechender Ueberschuß muß natürlich vorhanden sein; wie groß dieser zu nehmen ist, ergiebt sich aus dem Befund der Extraction, der sich durch die Betriebscontrolle leicht feststellen läßt.

Nach dem Verfahren von G. Banfi[1]) wird gewöhnliche Knochenkohle statt mit Salzsäure mit schwefliger Säure behandelt, wobei diese letztere stets in geeigneter Weise wiedergewonnen wird. Ein besonderer Werth des Verfahrens liegt zugleich darin, daß auch gebrauchte Knochenkohle, welche ihre Entfärbungskraft verloren hat, durch die reducirende Wirkung der schwefligen Säure auf die vorhandenen organischen Stoffe wieder ihre ursprüngliche, höchste Entfärbungskraft erhält, so daß das bisher nöthige Ausglühen vermieden wird.

Die gewöhnliche Knochenkohle wird entweder gekörnt oder gepulvert in zwei senkrechte, hohe Behälter aus Sandstein oder aus einem anderen geeigneten Stoff eingeführt, die an ihren unteren Enden geschlossen sind und von denen der eine an der oberen Oeffnung durch einen mit einem Rohr versehenen Deckel geschlossen ist, welches, nach unten gebogen, in den unteren Theil des zweiten, oben offenen Behälters einmündet. In diese beiden Behälter wird außer der Knochenkohle die sechs- bis achtfache Gewichtsmenge Wasser eingefüllt. Am unteren Theile des ersten Behälters wird ein Strom von Schwefligsäureanhydrid eingeblasen, welches mit Luft oder auch anderen inerten Gasen vermischt sein kann, um das Bewegen der Masse zu begünstigen.

Zu diesem Zweck eignet sich besonders solche schweflige Säure, welche durch Verbrennen von Schwefel oder auch Pyriten in einem Luftstrom gewonnen wird, weil diese Gasmischung außer der schwefligen Säure eine gewisse Menge freien Sauerstoff und eine große Menge Stickstoff enthält, welche Gase das erwähnte Bewegen oder Durchrühren der Masse begünstigen und folglich die Berührung der schwefligen Säure mit der in Wasser getauchten Thierkohle inniger gestalten.

Durch die Einwirkung der schwefligen Säure werden Calciumcarbonat und Calciumphosphat, welche in der Kohle des ersten Behälters vorhanden sind, zersetzt, indem ersteres in Calciumbisulfit, letzteres in Calciummonophosphat und Calciumbisulfit gemäß folgender Gleichungen übergeführt wird:

$$CaCO_3 + SO_2 + H_2O = Ca(HSO_3)_2 + CO_2,$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4SO_2 + 4H_2O = Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(HSO_3)_2.$$

Calciumbisulfit und Monophosphat werden vom Wasser gelöst, und es steigt allmählich die Dichte dieser Lösung. Das Einblasen von schwefliger Säure wird so lange fortgesetzt, bis die Dichte der Lösung keine Erhöhung mehr zeigt.

Während der Reaction, besonders gegen das Ende der Umsetzung, entweicht mit den inerten Gasen aus dem ersten Behälter schweflige Säure, welche von den Calciumsalzen der im zweiten Behälter befindlichen Knochenkohle gebunden wird. Die Anwendung von zwei mit einander verbundenen Behältern hat den Zweck, neben der Nutzbarmachung der aus dem ersten Behälter entweichenden schwefligen Säure in den zweiten Behälter, in dem ersten Behälter einen gewissen Druck zu erzeugen, welcher die Reaction beschleunigt und auch dichtere Lösungen zu erhalten

[1]) D. R.-P. Nr. 168034, 1904.

geſtattet. Man erhält zufriedenſtellende Reſultate ſelbſt mit Drucken von nur 1 m Waſſerſäule.

Wenn die Reaction beendet iſt, läßt man den Inhalt des erſten Behälters ein Filter paſſiren und wäſcht den Filterrückſtand zuerſt mit verdünnter, wäſſeriger ſchwefliger Säure und ſpäter mit reinem Waſſer, bis die Waſchwaſſer nicht mehr ſauer reagiren. Die rückſtändige, gereinigte Knochenkohle kann man entweder in feuchtem Zuſtande oder getrocknet in den Handel bringen.

Die Beſchickung des zweiten Behälters wird für eine neue Operation verwendet, für welche auch die erſten mit den verdünnten Löſungen von ſchwefliger Säure erhaltenen Waſchwaſſer benutzt werden. Die durch Filtration gewonnene, das Calciummonophosphat und Calciumbiſulfit enthaltende Löſung wird in einem geſchloſſenen Apparat allmählich zum Sieden erhitzt, wobei eine Fällung des Calciumphosphats mit einer gewiſſen Menge Calciumſulfit ſtattfindet. Die ſich dabei entwickelnde ſchweflige Säure kann im Proceß ſelbſt oder zu anderen Zwecken Verwendung finden.

Das erhaltene Calciumphosphat kann nach dem Behandeln mit Schwefelſäure oder Calciummonophosphatlöſung als Düngemittel verwendet werden.

Wenn man die von Kalkſalzen befreite Knochenkohle mit Kali oder Potaſche miſcht und nochmals in den Calcinirofen einſetzt, erhöht ſich nach dem Ausziehen des Alkali, wie Buſſy (loc. cit.) gezeigt hat, deren Entfärbungsvermögen um ein Vielfaches. Ob die Urſache hiervon in der That, wie Buſſy annimmt, auf die Bildung von Cyankalium oder auf andere Umſtände zurückzuführen iſt, iſt nicht bekannt geworden. (Vergl. auch Michaelis, Ausführliches Lehrbuch der anorg. Chemie, Abth. II, S. 710. Braunſchweig 1881.)

3. Entfärbungskohle aus Horn, Blut, Lederabfällen, Pflanzenextracten ꝛc. Es iſt ſchon erwähnt worden, daß man durch directes Verkohlen derartiger Stoffe eine entfärbend wirkende Kohle nicht erhalten kann, weil dieſe vor dem Verkohlen zum Theil ſchmelzen und daher eine aufgeblähte und glänzende Kohle liefern, der jede feinporige Beſchaffenheit abgeht. Man erzielt aber in den Laboratorien daraus eine außerordentlich wirkſame Kohle, wenn man dieſe Abfälle in inniger Vermiſchung mit ätzenden Alkalien calcinirt. Man dampft das Blut unter Zuſatz von Aetznatron bis faſt zur Trockne ein oder löſt Blutkuchen, Horn, Lederabfälle in concentrirter Natronlauge[1]) auf, verdampft und calcinirt bei Luftabſchluß. Dabei laſſen ſich alle die Nebenproducte gewinnen, welche auch bei der Fabrikation der Knochenkohle auftreten, wie Ammoniak, Pyridinbaſen, thieriſches Oel ꝛc., deren Verwerthung aber nur lohnend iſt, wenn man in größerem Maßſtab arbeitet.

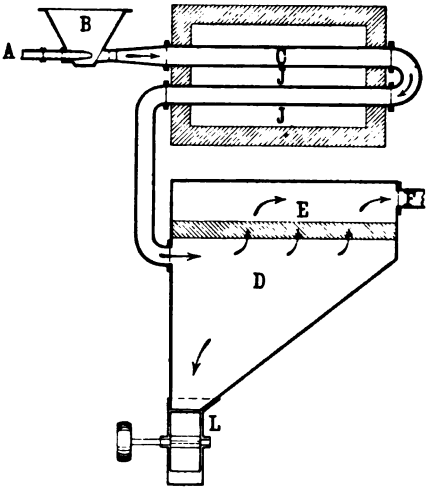
Die reſultirende Kohle braucht nur mit Waſſer ausgelaugt zu werden, um ein reines Entfärbungspulver von höchſter Wirkungskraft zu geben. Aus der Waſchflüſſigkeit läßt ſich das aufgewendete Aetznatron in Form von Soda wiedergewinnen. Da dieſe Rohſtoffe, beſonders das Blut, beträchtlichen Eiſengehalt aufweiſen, iſt jedoch für viele Zwecke eine Extraction mit Salzſäure nicht zu umgehen.

---

[1]) Vergl. Michaelis, loc. cit.

Ein Patent von M. Laßberg[1]), das gleichzeitig auch zur Verarbeitung von Holzabfällen (Säge- und Hobelspähne) auf Kohle vorgesehen ist, sucht die Verkohlung von Lederabfällen so zu modificiren, daß von der Verwendung von Alkalien bei diesem Proceß abgesehen werden kann. Er erreicht dies durch die gleichzeitige Mitwirkung von Dampf, dessen treibende Kraft die zu verkohlenden Stoffe durch die Retorten führt. Sein Apparat besitzt eine Construction, welche durch Fig. 45 wiedergegeben wird.

Fig. 45.



Die in dem Heizraume *J* befindlichen und zur Verkohlung dienenden Retorten *C* sind mit einem Dampfstrahlapparat *A* versehen, durch welchen Dampf einströmt, der aus dem Zuführungstrichter *B* gleichzeitig das Material in die Retorten *C* einführt. Das Austrittsende der Retorten *C* steht mit einem Gefäß *D* in Verbindung, in welchem die festen Kohletheilchen von den Gasen durch eine durchbrochene Wand *E* mit Scheidevorrichtungen getrennt werden. Die entwickelten Gase nebst Dampf entweichen bei *F* und können zur Verwerthung herangezogen werden, während die abgeschiedene Kohle bei *L* abgezogen wird.

Auf einem anderen Wege sucht O. Brandenburg[2]) den gleichen Zweck zu erreichen. Sein Verfahren zur Herstellung fein vertheilter Kohle aus Blutkuchen, Fleisch, alkalischen Pflanzenauszügen 2c. geht von dem Gesichtspunkte aus, daß die bei der Verkohlung derartiger Substanzen in der Regel inne gehaltene Temperatur, welche bis zu 1000° C. getrieben wird, zu hoch ist und daß deshalb die Kohle für Absorptionszwecke zu dicht ausfällt. Er vermeidet daher von vornherein die hohe Temperatur und erhitzt die betreffenden Stoffe im Ofen nur auf etwa 500° C. Die weitere Verkohlung wird dann durch Eintragen des zerkleinerten Gutes in heiße, concentrirte Schwefelsäure herbeigeführt. Schließlich wird das erhaltene Product in bekannter Weise extrahirt und bis zu neutraler Reaction mit Wasser ausgewaschen, getrocknet und gemahlen.

P. Degener[3]) hat ein Patent auf die Herstellung von Entfärbungskohle aus den alkalischen Extracten von Pflanzenstoffen entnommen. Kocht man Holz oder Stroh (weniger gut eignen sich Torf oder Braunkohle) in zerkleinertem Zustande unter Druck mit Aetzkali- oder Natronlauge, so gehen große Mengen besonders stickstoffhaltiger Stoffe in Lösung. Die Lösung wird eingedampft und unter Luftabschluß oder bei ganz geringem Luftzutritt geglüht, wobei nach dem Auslaugen

[1]) D. R.-P. Nr. 52275, 5. Sept. 1889. — [2]) D. R.-P. Nr. 81887, 24. Jan. 1894. — [3]) D. R.-P. Nr. 44063; Wagner's Jahresber. 1888, S. 588.

mit Wasser eine sehr poröse Kohle hinterbleibt. Eine derartige Kohle erhält man auch aus den Abfalllaugen der Strohstoff- und Cellulosefabrikation nach dem Sulfitverfahren in großer Menge. Um sie für Entfärbungszwecke brauchbar zu machen, wird sie mit einer geringen Menge von Salzsäure behandelt, darauf vollkommen ausgelaugt und unter Luftabschluß schwach geglüht.

In gleicher Weise wie die aus der Sulfitcellulosefabrikation stammende Kohle sollte auch die sog. Schlempekohle (Abfall aus der Melasseentzuckerung) nach geeigneter Behandlung eine sehr brauchbare Entfärbungskohle liefern.

4. Entfärbungspulver aus Braunkohle, Torf und anderen mineralischen, kohlenstoffhaltigen Producten. Die entfärbenden Eigenschaften der bei der Braunkohlenschweelerei hinterbleibenden, koksartigen Rückstände sind schon Anfang der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts von Bergounhioux[1]) erkannt worden. Man hat schon zu damaliger Zeit aus einer in der Gegend von Menat (Dep. Puy de Dôme) vorkommenden Braunkohlenart eine Schwärze fabricirt, die zur Herstellung von schwarzen Anstrichfarben 2c. verwendet wurde. Bergounhioux untersuchte diese Schwärze auf ihr Entfärbungsvermögen und fand dasselbe eben so groß, wenn nicht größer als das der gewöhnlichen Knochenkohle. Als Nachtheil, den das Product dieser gegenüber besitzt, bezeichnet er seinen Gehalt an Schwefeleisen, der aus nierenförmigen Einschlüssen von Schwefelkies herrührt.

Wie Riehm[3]) mittheilt, besitzt der fein gemahlene Grudekoks der sächsisch-thüringischen Braunkohlenindustrie entfärbende Eigenschaften, die aber denen der bekannten Entfärbungsmittel (Blutlaugensalzrückstände, Knochenkohle) nicht gleichkommen. Nach Carl Berger[2]) erhält man durch Calciniren von 5 Thln. Grudekoks mit 2 Thln. Calciumphosphat und vorsichtiges Nachglühen des Products an der Luft ein Pulver, das neben entfärbenden auch desinficirende Wirkungen besitzt.

Herm. Koch[4]) schmilzt etwa 3 Thle. leicht schmelzender, ätzender oder auch kohlensaurer Alkalien in einem geeigneten Gefäß, trägt in den dünnen Fluß unter Umrühren etwa 2 Thle. gemahlenen Koks, z. B. Braunkohlenkoks, ein und erhält das Gemisch etwa 20 Minuten unter beständigem Umrühren in Rothgluth. Nach dem Erkalten pulvert man die Schmelze und wäscht mit heißem Wasser das Alkali aus. Den noch alkalischen Rückstand (Koks) säuert man mit Salzsäure schwach an und wäscht ihn dann wieder mit heißem Wasser bis zur neutralen Reaction aus und trocknet ihn. Man erhält so das „neue“ Reinigungs- oder Entfärbungsmittel, während das ausgelaugte Alkali zur Wiederverwerthung zurückgewonnen wird.

Nach dem Erfinder beseitigen die geschmolzenen, wasserfreien Alkalien alle die Oberfläche des Koks bedeckenden Bestandtheile, welche dessen Entfärbungsvermögen beeinträchtigen; der Koks wird dabei voluminöser und erhält eine größere Oberfläche. Es ist unschwer zu erkennen, daß die beiden letzten patentirten Verfahren ausschließlich in Bussys Wegen wandern (vergl. S. 101 u. ff.), und man

---

[1]) Dumas, Handb. d. angew. Chemie 1830, I, S. 536. — [2]) Jahresber. d. Techn.-Ver. d. sächs.-thür. Mineralölind. 1888. — [3]) Chem. Ind. 1886, S. 221: D. R.-P. Nr. 34975. — [4]) D. R.-P. Nr. 55922, 13. März 1890.

darf sich füglich nur wundern, wie auf solche, damals seit etwa 60 Jahren bekannte Thatsachen noch ein Deutsches Reichspatent ertheilt werden konnte.

Auf Neuerungen in der Herstellung entfärbend, desodorisirend und desinficirend wirkender Kohle wurden ferner die französischen Patente Nr. 209 347 (Ducat), Nr. 209 469 (Levy-Samson) und Nr. 212 720 (Cusinier) 1891 ertheilt. Letzteres betrifft zugleich die Verwendung und Wiederbelebung derselben. Vergl. auch Buchanan, engl. Pat. Nr. 4925, 1905.

Wenn man, nach Michaelis[1]), möglichst eisenfreien Thon sehr innig mit Theer oder feinem Pulver von backender Steinkohle mengt und die Mischung verkohlt, so resultirt eine poröse, matte, absorbirende Kohle, ein Gemenge von gebranntem, porösem Thon und fein vertheilter Kohle. Auch der Kohle aus anderen, nicht schmelzenden organischen Substanzen läßt sich auf diese Weise eine feinere Zertheilung geben; eine sehr wirksame Kohle liefert z. B. ein Gemenge von Braunkohlen und Thon. Es ist kaum anzunehmen, daß die Herstellung von Entfärbungspulvern auf diesem Wege in absehbarer Zeit nothwendig werden wird.

Zahlreiche andere Surrogate für thierische Kohle wurden noch empfohlen und wohl auch mit mehr oder minder großem Erfolg als Ersatz derselben verwendet. Wir führen nach Muspratt[2]) folgende an:

Die Kohle, welche Torf nach dem Glühen bei Luftabschluß hinterläßt, hat große Aehnlichkeit mit der aus Knochen, Blut oder anderen thierischen Stoffen gewonnenen. Sie ist in hohem Grade porös und besitzt ein solches Entfärbungsvermögen, daß 5 Thle. derselben in ihrer Wirkung etwa 4 Thln. Knochenkohle gleichkommen. Da sie stark eisenhaltig ist, muß sie natürlich vor ihrer Verwendung mit starker Salzsäure ausgezogen werden.

Stenhouse[3]) empfiehlt, vegetabilische Kohle in Pulverform, z. B. die aus Sägemehl abfallende und schwer zu verwerthende Holzkohle mit einer concentrirten Lösung von phosphorsaurem Kalk in Salzsäure zu tränken, bis alle Luft aus den Poren ausgetrieben und die Kohle ganz mit Flüssigkeit durchdrungen ist. Nach dem Kochen wird die Kohle getrocknet und geglüht. Um mit Thonerde zu imprägniren, verfährt man mit einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde wie oben, trocknet und glüht. Dabei wählt man die Verhältnisse so, daß auf 54 Thle. käuflicher schwefelsaurer Thonerde 92½ Thle. gepulverter Holzkohle kommen. Nach dem Glühen enthält die Kohle dann ziemlich genau 7,5 Proc. Thonerde in einer Form, welche in allen Säuren, mit Ausnahme concentrirter Schwefelsäure unlöslich ist, so daß sie sich zum Entfärben organischer Säuren, wie Weinsäure, Citronensäure ꝛc., vortrefflich eignet. Eine Steigerung des Thonerdegehalts über 7,5 Proc. hinaus vermehrt die Entfärbungskraft der Kohle nicht mehr; dagegen besitzt eine solche mit weniger als 7,5 Proc. Thonerde nur geringe entfärbende Kraft.

Das ganz gleiche Verfahren, nur von frischem Holz ausgehend, hat Melsens[4]) angegeben.

---

[1]) Ausführl. Lehrbuch d. anorgan. Chemie, II. Abth., S. 709. Braunschweig 1881. Vergl. auch Ziegler, Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 1875, S. 819. — [2]) Encyklopäd. Handb. d. techn. Chemie 4, 1391, IV. Aufl. Braunschweig 1893. — [3]) Ann. Chem. 101, 243. — [4]) Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 1875, S. 819.

Eine Kohle mit sehr hohem Absorptionsvermögen für Farbstoffe stellt Gawalowski[1]) her, indem er Bimssteinstücke mit defibrinirtem Blut erst im Vacuum und dann durch Aufheben desselben bei gewöhnlichem Luftdruck tränkt, wodurch das Blut in alle Poren des Bimssteins eingetrieben wird. Der imprägnirte Stein wird getrocknet, im Verkohlungsofen geglüht und zur Entfernung der Salze des Blutes sorgfältig ausgewaschen.

Stranecki[2]) benutzt als Grundmasse seines Surrogats ein natürlich vorkommendes Kieselsäurehydrat, wahrscheinlich die unter dem Namen Bergkork bekannte Mineralsubstanz, welche im wasserfreien Zustand aus

94,26 Proc. Kieselsäure
5,10 „ Thonerde und Eisenoxyd und
0,46 „ Magnesia

besteht. Das geglühte Material wird gebrochen und im Vacuum 3 Stunden lang mit einer 5 proc. Melasselösung digerirt, darauf in einem heißen Luftstrom getrocknet und von Neuem auf gleiche Weise behandelt. Schließlich wird die imprägnirte Masse rasch auf Glühhitze gebracht. Bei dreimaliger Behandlung mit Melasse resultirt ein Product mit einem Kohlenstoffgehalt von etwa 3 Proc., der bei einer vierten Behandlung auf 5 Proc. steigen soll.

Die Patente von Olschewski[3]) greifen zurück auf die Verwendung von Thon als Grundmasse, welchem zur Erhöhung der Porosität kohlensaurer Kalk beigemischt wird. Das Gemisch wird bei Silberschmelzhitze gebrannt, wobei eine sehr feinporige, schwammige Masse entstehen soll. Diese wird mit Blut, Leimlösung, Theer oder Rückständen der Petroleumdestillation getränkt, bei Luftabschluß geglüht und schließlich zur Entfernung des Kalks und der durch die Wirkung desselben gebildeten löslichen Silicate zuerst mit verdünnter und später mit heißer, concentrirter Salzsäure ausgezogen.

Unger und Wasem[4]) überziehen, wie schon vor ihnen Gawalowski, gemahlenen Bimsstein mit thierischer Kohle, formen aus dem mit hydraulischem Kalk oder Kalkmilch zu einem Teig verarbeiteten Product Formstücke, die sie zur Entfärbung benutzen. Dabei soll sich die Kieselsäure des Bimssteins mit dem Kalk unter Erhärtung des Materials verbinden. Dieses Präparat dürfte nur in ganz speciellen Fällen zu verwenden sein, ebenso wie der von Zeller[5]) empfohlene verkohlte Posidonienschiefer.

Weiteres Material in dieser Richtung bietet auch Perutz[6]). Wie derselbe ferner berichtet, besitzt die bei der Fabrikation des Phosphors aus Phosphorsäure und Holzkohle restirende Kohle nach vorheriger Präparirung, auf ähnliche Weise, wie die der Knochenkohle, mindestens die dreifache entfärbende Kraft dieser letzteren. Demnach würde die Anwesenheit des Phosphors bei der Entstehung derselben eine ähnliche Rolle spielen, wie die des Stickstoffs bei der Herstellung von thierischer Kohle.

---

[1]) Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 1875, S. 218. — [2]) Neue Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 7, 83, 98. — [3]) D. R.-P. Nr. 19589, 23254 und 26459; Neue Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 9, 50, 227. — [4]) D. R.-P. Nr. 24341. Neue Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 11, 218. — [5]) D. R.-P. Nr. 57330. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 25, Ref. S. 49. — [6]) Die Industrie der Mineralöle, II. Theil, S. 121 u. ff. Wien 1880.

Einiges über die Anwendung der Entfärbungskohle.

Für den Fabrikanten eines Products ist es immerhin von einiger Wichtigkeit, zu wissen, was mit seinem Product fernerhin geschieht und welchen Anforderungen es zu genügen hat. Wir geben daher im Nachstehenden in kurzen Zügen das Wesentlichste über die Verwendung der Entfärbungskohle in der Industrie und den Gewerben.

Die zu entfärbenden Flüssigkeiten oder Lösungen sind von mannigfaltigster Art; hauptsächlich kommen in Betracht Oele und Fette, wässerige, saure und alkalische Lösungen, ferner Lösungen in Alkohol, Aether, Chloroform, Kohlenwasserstoffen ꝛc. Ein Universalentfärbungsmittel darf also keine Bestandtheile enthalten, welche diesen Substanzen nicht zu widerstehen vermögen, es muß indifferent gegen dieselben sein, wie es eben der reine Kohlenstoff par excellence ist. Den höchsten Grad der Reinheit fordern die Fabrikanten chemisch-pharmaceutischer Präparate, Alkaloide ꝛc.; hier darf das Entfärbungsmittel weder wasser-, säure- noch alkalilöslich sein. Es muß möglichst wasserfrei sein, sobald alkoholische Lösungen oder Oele ꝛc. in Betracht kommen. Sollen wässerige Lösungen entfärbt werden, so wird ein geringer Wassergehalt natürlich keine Rolle spielen; auch das absolute Fehlen jeglicher mineralischer Verunreinigungen, soweit solche in Wasser oder der betreffenden Lösung nicht löslich sind, wird hier nicht unbedingt erforderlich sein.

Die Anwendung der Entfärbungskohle beschränkte sich früher auf das Entfärben von Ceresin, Paraffin und Mineralölen, wozu sie allerdings in großen Mengen verbraucht wurde. Dann ging diese Industrie zum Theil zur Verwendung von Magnesiumhydrosilicat über, und der Consum an Entfärbungskohle in derselben ist ein beschränkterer geworden. Dagegen wird dieselbe jetzt vielfach auch zum Entfärben vegetabilischer Oele und Fette, Glycerin ꝛc. benutzt, denen sie gleichzeitig auch den ranzigen Geschmack nimmt. In stark mit Salzsäure raffinirtem Zustande benutzen sie auch die chemischen Fabriken in der Herstellung feinerer Alkaloide ꝛc.[1]).

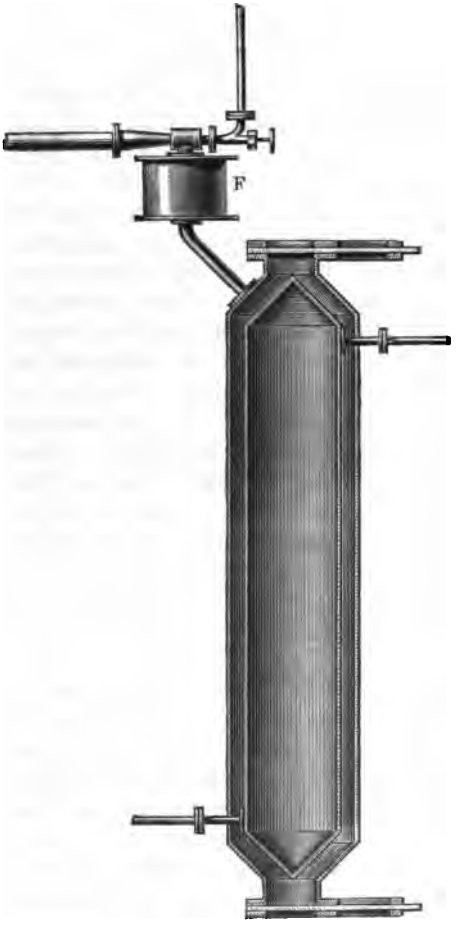
Auf die entfärbende Kraft der Entfärbungskohle ist die Temperatur der zu entfärbenden Flüssigkeit von großem Einfluß. Eine heiße Flüssigkeit wird rascher entfärbt als eine kalte, und man läßt aus diesem Grunde in den Zuckerfabriken den Saft auch heiß die Knochenkohlenfilter passiren[2]). Nach Dumas[3]) gelingt die Entfärbung vielfach auch besser bei einer schwach sauren oder neutralen, als bei einer alkalischen Flüssigkeit; doch giebt es hier auch Ausnahmen, und es sollen sich z. B. Zuckersäfte besser entfärben lassen, wenn sie schwach alkalisch, als wenn sie sauer sind. Oft geschieht es, daß bei langem Sieden der zu entfärbenden Flüssigkeit mit der Kohle ein Theil des Anfangs niedergeschlagenen Farbstoffs von Neuem wieder in Lösung geht, so daß die Entfärbung unvollständig bleibt, selbst wenn man eine große Menge von Thierkohle angewendet hat, weil eben die dazu gerade erforderliche Zeit überschritten worden ist. Am Mißerfolg mit irgend einer Entfärbungskohle braucht also nicht unter allen Umständen diese selbst die

[1]) Freundl. Privatmitth. von Herrn Leo Vossen. — [2]) Stohmann u. Engler, loco cit., S. 659. — [3]) Handb. d. angew. Chemie 1, 527.

Urſache zu ſein. Man wird vielmehr ſtets auch die beſten Bedingungen für eine wirkſame Entfärbung ausfindig zu machen haben.

Als ein Beiſpiel für die Anwendung des Entfärbungspulvers im Großen geben wir im Folgenden nach Scheithauer[1]) die Einzelheiten derſelben in der Paraffininduſtrie. Das Entfärbungspulver muß vor dem Gebrauch bei 100 bis 110° getrocknet werden. Im Großbetrieb geſchieht dies in Apparaten, wie ein ſolcher durch Fig. 46 dargeſtellt iſt. Ein an der Wand hängender doppelwandiger Cylinder faßt den Inhalt eines Wochenbedarfs. An ſeinem oberen Ende iſt ein Körting'ſcher Saugſtrahlapparat angebracht, welcher den ſich beim Trocknen ergebenden Waſſerdampf entfernt, während der getrocknete Inhalt am unteren Ende durch einen Doppelſchieber abgezogen wird. Man giebt täglich ſo viel neues Material oben auf, als unten abgezogen worden iſt. Der Heizdampf kann entweder in den äußeren oder, wie auf Fig. 46 dargeſtellt, in den inneren Cylinder eintreten. Zwiſchen dem Cylinder mit Entfärbungspulver und dem Körting'ſchen Saugſtrahlapparat wird zweckmäßig noch ein Luftfilter *F* eingeſchaltet, um den Luftſauger vor Verſtopfung der feinen Düſe durch etwa mitgeriſſenen Kohlenſtaub zu ſchützen.

Fig. 46.



Man wendet in der Regel nur 1 bis 2 Proc. Entfärbungspulver an; eine größere Menge iſt ohne bedeutendere Wirkung. Zuweilen erweiſt es ſich als vortheilhafter, mit kleineren Mengen des Pulvers zweimal hinter einander zu entfärben. Das Miſchen dauert etwa $^1/_2$ Stunde, dann läßt man abſitzen und das darüber ſtehende Paraffin noch ein Filter paſſiren.

Gattermann[2]) giebt noch folgende Winke, die namentlich bei der Entfärbung von Alkaloiden ꝛc. von Wichtigkeit ſind. Handelt es ſich um die Ent-

[1]) Fabrikation der Mineralöle, S. 170 u. ff. Braunſchweig 1895. — [2]) Praxis des organ. Chemikers, S. 41. Leipzig 1894.

färbung einer festen Substanz, so löst man dieselbe zunächst in einem geeigneten Lösungsmittel auf, kocht mit der Thierkohle und filtrirt von dieser ab. Ehe man die heiße Lösung mit Thierkohle versetzt, läßt man jene zuvor etwas erkalten, da nahe bis zum Siedepunkt erhitzte Flüssigkeiten bei der plötzlichen Berührung mit Thierkohle oft stürmisch aufsieden, wobei leicht ein Ueberschäumen erfolgt.

Bei Anwendung von Lösungsmitteln, welche sich mit Wasser nicht mischen, muß die etwa feuchte Thierkohle vorher getrocknet werden. Die Menge des Lösungsmittels wählt man zweckmäßig derart, daß beim Abkühlen der entfärbten Flüssigkeit der gelöste Körper auskrystallisirt. Man muß es sich auch zur Regel machen, die Thierkohle erst dann hinzuzufügen, wenn der zu entfärbende Körper vollkommen gelöst ist. Nur so ist man sicher, daß nicht etwa ein Theil des letzteren sich ungelöst bei der Thierkohle befindet. Die Menge der anzuwendenden Thierkohle richtet sich nach der Intensität der Färbung.

Man kann die Thierkohle auch benutzen, um sehr fein vertheilte Niederschläge, die sich durch Filtriren nicht beseitigen lassen, zu entfernen. Durch Schwefelwasserstoff gefälltes Schwefelzinn z. B. scheidet sich so fein vertheilt ab, daß es durch das Filter läuft; kocht man die Flüssigkeit aber mit Thierkohle, so erhält man sofort ein ganz klares Filtrat.

In diesem Falle hat man es ohne allen Zweifel mit einer reinen Oberflächenanziehung zu thun. Man nutzt auch diese Eigenschaft der reinen Thierkohle, fein vertheilte, in Wasser suspendirte Körper anzuziehen, schon lange aus zur Herstellung von Filtern, welche in der Kellerwirthschaft zur Klärung trüb gewordener Weine, sowie zur Reinigung von Trinkwasser dienen. Zu diesem Zweck wird die fein pulverisirte Kohle mit Wasser unter Zusatz geringer Mengen eines organischen Bindemittels, wie Stärke u. dergl., zu einem steifen Teig, der der sogenannten „plastischen Kohle“ verarbeitet, welcher darauf durch starken hydraulischen Druck in Formstücke, Cylinder ꝛc. gepreßt wird, welche nach vorsichtigem Trocknen zur Zerstörung des Bindemittels ausgeglüht werden. Näheres über die Herstellung derartiger Körper findet man in Friedberg, „Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröls“, II. Aufl., S. 136 u. ff., Wien und Leipzig.

Wenn die Knochenkohle eine bestimmte Menge von Farbstoffen und von Salzen aufgenommen hat, verliert sie die Fähigkeit, weiter absorbirend zu wirken, sie ist gesättigt. Ob durch die Aufnahme von Salzen gleichzeitig auch ihre entfärbende Kraft vermindert wird, ist noch nicht endgültig entschieden, doch steht es fest, daß eine mit Salzen gesättigte Thierkohle im Stande ist, noch weiter Farbstoff aufzunehmen und umgekehrt, so daß also nicht, wie man früher glaubte, eine Sättigung mit Salzen ihre entfärbende Kraft ganz aufhebt. Entzieht man einer mit Salzen oder Farbstoffen gesättigten Thierkohle diese Substanzen wieder, so erlangt sie aufs Neue die Eigenschaft, entsalzend oder entfärbend auf Lösungen zu wirken, jedoch nicht mehr in dem Grade wie frische Kohle. Das Entfärbungsvermögen wird etwa um die Hälfte reducirt [1]).

Eine Wiederbelebung mit Farbstoff gesättigter Entfärbungskohle kann nach Anthon, Pélouze u. A. dadurch geschehen, daß man derselben durch Kochen

[1]) Stohmann u. Engler, loco cit., S. 659.

mit verdünnter Aetznatronlösung die aufgenommenen Farbstoffe wieder entzieht und ihr nach dem Auswaschen durch Behandeln mit Salzsäure die alkalische Reaction nimmt. Aus dem oben angegebenen Grunde lohnt sich dieser Proceß aber kaum. Nach Scheithauer[1]) wird auch in der Paraffin- und Mineralölindustrie, wo relativ sehr bedeutende Mengen von Entfärbungskohle verbraucht werden, von einer Wiederbelebung der ausgenutzten Kohle abgesehen, weil der Erfolg die Kosten nicht lohnt. Man beschränkt sich dort darauf, dem gebrauchten Pulver entweder durch Extraction oder durch einen Schweelproceß das ihm anhaftende Paraffin, dessen Menge nicht unbedeutend ist, zu entziehen, verwendet aber in der Regel das Pulver nicht wieder.

Ueber die Wirkungsweise und Wiederbelebung der thierischen Kohle vergleiche man übrigens auch J. M. C. Patton[2]).

---

[1]) loco cit., S. 170 u. ff. — [2]) Chem.-Ztg. 1906, S. 273.

IV.

Die Fortschritte der Rußindustrie in den letzten zwanzig Jahren.

Am Ende des zweiten Abschnittes dieses Werkchens haben wir die Industrie des Rußes verlassen auf einem Standpunkte, den sie vor ungefähr 20 Jahren eingenommen hat und auf dem sie in vielen, namentlich kleineren Fabriken auch heute noch steht. Inzwischen haben die gewaltigen Fortschritte, welche die Elektrotechnik und die Elektrochemie in diesem Zeitraum gemacht haben, den Bedarf an Kohlenstoff in Form von Ruß zur Herstellung elektrischer und galvanischer Kohlen so enorm gesteigert, daß auch die Industrie des Rußes einen ungeahnten Aufschwung genommen hat.

Zu den ihr bis dahin zu Gebote stehenden *Rohmaterialien für die Rußfabrikation* sind neue getreten, an die man damals, theils ihres hohen Preises und anderweitiger Verwendung wegen, theils weil sie noch nicht in genügender Menge oder überhaupt nicht existirten, einfach nicht denken konnte. Andere, in jenem Zeitpunkt gern verwendeten Rohmaterialien mußten verlassen werden, weil ihre Verarbeitung sich nicht mehr verlohnte; wieder andere, und zwar gerade die am meisten in Betracht kommenden, wie Steinkohlentheer, schwere Theeröle und Theerpech, sind so enorm im Preise gestiegen, daß die größten Anstrengungen nöthig waren, um die Rußausbeute derart zu erhöhen, daß sie mit den Preisen des Rohmaterials im Einklang stand. Wir brauchen nur daran zu erinnern, daß zu jener Zeit (vergl. S. 94) für Theer und Pech ein Preis von 1,00 Mk. bis 1,50 Mk. pro 100 kg bezahlt wurde, während heute Theer nicht unter 2,50 Mk. und Pech nicht unter 4,00 Mk. pro 100 kg zu haben ist. Dabei sind die Preise, die für Ruß geboten werden, annähernd dieselben geblieben und zeigen eher eine fallende, als eine steigende Tendenz.

Die Ursachen dieser enormen Steigerung der Preise für das Rohmaterial sind leicht verständlich. Die riesigen Dimensionen, welche die Brikettindustrie in Folge der gewaltigen Steigerung der Kohlenförderung im Deutschen Reich in den letzten 20 Jahren angenommen hat, verschlingen fast die gesammte Production an Pech, welches aus dem bei der Destillation der Kohle entfallenden Theer gewonnen wird. Andererseits ist durch das Lebenswerk von *Julius Rütgers*

in der Holzimprägnirung (Schwellen, Telegraphenstangen ꝛc.) ein so weitgehender Absatz für die früher oft unverkäuflichen und lästigen schweren Theeröle geschaffen worden, daß wenig oder nichts mehr davon für andere Zwecke übrig bleibt. Und dabei gewinnen diese Oele von Tag zu Tag eine größere Bedeutung als Heizmaterial für Seedampfer und Lokomotiven wegen ihrer der Steinkohle um das 8- bis 10fache überlegenen Heizkraft, der Bequemlichkeit ihrer Verladung und Verwendung, der Raumersparniß und damit im Zusammenhang stehend der bedeutenden Ersparniß an Fracht und Arbeitslöhnen. Eine sehr beträchtliche Steigerung hat auch die Beanspruchung von Theer, Pech und Theerölen in der Asphalt- und Dachpappenindustrie, sowie der Eisenindustrie zum Theil als Mischungen von Pech und Oel (Dachlack, präparirter Theer für das basische Futter der Converter ꝛc.) erfahren.

Andererseits hat zwar die Erzeugung an Theer, Pech und Theerölen in Folge der immer größere Ausdehnung annehmenden Koksproduction unter Gewinnung der Nebenproducte gleichsfalls eine enorme Steigerung erfahren, aber diese Mehrproduction an den für die Rußindustrie in Frage kommenden Rohmaterialien übersteigt noch nicht den Bedarf an Pech als Bindemittel für die Brikettirung des Kohlenkleins oder an Oelen für die Imprägnirung von Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen und — zwar noch ein Zukunftsbild, aber mit sehr bestimmten Umrissen — als Heizmaterial für Seedampfer ꝛc. ꝛc.

Dagegen hat die Nebenproductenkokerei andere, namentlich feinere Rohmaterialien für die Rußfabrikation geschaffen oder andere, bereits früher vorhandene Materialien so verbilligt, daß sie, besonders für die Herstellung besserer Qualitäten von Ruß mit den früheren unbedingt in Wettbewerb treten können. Wir möchten hier in erster Linie an das Benzol, C_6H_6, erinnern, das bei seinem hohen Gehalt an Kohlenstoff und seiner großen Flüchtigkeit das Rohmaterial par excellence zur Herstellung feinster Qualitäten von Gasruß abzugeben berufen ist. Das wußte man auch schon vor 20 Jahren, aber des hohen Preises wegen konnte Niemand an die Verwendung dieses Rohmaterials denken. Heute ist dies anders geworden: beim Koksofenbetrieb unter Gewinnung der Nebenproducte entweichen beträchtliche Mengen von Gas, welches man früher unter der Sohle der Oefen verbrennen und so den Verkokungsproceß unterstützen ließ. Man hat aber bald erkannt, daß dieses Gas, entgegen dem Leuchtgas der Gasfabriken, die Hauptmenge des beim Verkoken der Kohle auftretenden Benzols enthält, welches daraus durch bloßes Waschen mit schweren Theerölen auf einfachste Weise abgeschieden werden kann. Man wäscht daher heute das Benzol aus dem Gase aus, bevor man es in die Verbrennungskammern der Koksöfen eintreten läßt. Dadurch ist die Production an diesem werthvollen Kohlenwasserstoff so enorm gestiegen, daß er heute in annähernd reinem Zustande (90proc. Benzol) schon zu dem bescheidenen Preis von 20,00 Mk. pro 100 kg zu haben ist, und man bereits mit einer Ueberproduction für die Zwecke der Anilinfarbenindustrie zu rechnen hat.

Beim Koksofenbetrieb hat man es zwar ganz in der Hand, das Benzol entweder durch die Wascher abzuscheiden oder mit den Gasen verbrennen zu lassen und auf diese Weise den Marktpreis zu reguliren. Man hat sich aber nichts

desto weniger nach anderen Absatzgebieten für dasselbe umgesehen, und G. Kraemer[1]) hat ein solches mit Erfolg in der Verwendung zu Beleuchtungszwecken ausfindig gemacht. Er mischt Benzol in gewissen Verhältnissen mit Spiritus und verbrennt diesen „Leuchtspiritus", ähnlich wie Petroleum, in besonders construirten Lampen. Es war auch G. Kraemer, der zuerst (dem Verf. gegenüber schon vor 10 Jahren[2]) darauf aufmerksam gemacht hat, daß das Benzol als vorzügliches Rohmaterial für die Zwecke der Rußfabrikation von dieser Industrie besondere Beachtung verdiene.

Seitdem hat O. Thalwitzer[3]) ein Patent auf die Herstellung von Lampenruß aus Benzol entnommen, bei welchem er gleichzeitig auch das Koksofengas oder andere, brennbare Gase, wie Leuchtgas, Hochofengichtgas, Generatorgas, oder auch unverbrennbare, gasförmige Verbrennungsproducte nutzbar macht. Die Nothwendigkeit, das zur Herstellung eines den höchsten Anforderungen genügenden Lampenrußes dienende Rohmaterial in vergastem Zustande zur Verrußung zu bringen, war von Thalwitzer (vergl. S. 60) bereis früher erkannt worden. Seitdem hat man daher zur Herstellung eines solchen Gases fast ausschließlich Oele der Paraffinindustrie verwendet. Ein solches Oelgas kann aber, obgleich es alle Eigenschaften besitzt, die zur Gewinnung von gutem, für die besten Illustrationsfarben geeignetem Ruß nöthig sind, gegenwärtig kaum mehr zur Rußerzeugung Verwendung finden, weil diese Oele zu hoch im Preise stehen. Nach Thalwitzer's Verfahren wird nun aus Benzol und den oben angeführten brennbaren Gasen ein Gemisch hergestellt, dessen Kohlenstoffgehalt dem von gutem Oelgas annähernd entspricht. Dieses Gemisch wird durch Rohrleitungen den Brennern der Rußapparate (Fig. 27) zugeführt und in denselben wie Oelgas verbrannt. Zur Verhütung einer Condensation der Benzoldämpfe in den Rohrleitungen und dem Mischgefäß der Gase mit Benzoldampf werden diese durch Dampfmäntel oder eine andere entsprechende Vorrichtung genügend warm erhalten

Werden bei dem vorstehenden Verfahren nicht brennbare, gasförmige Verbrennungsproducte oder auch atmosphärische Luft verwendet, so muß man das Mischungsverhältniß zwischen den nicht brennbaren Gasen und Benzoldampf so wählen, daß das Gasgemisch brennbar wird. Dieses Gasgemisch wird dann in gleicher Weise, wie vorstehend beschrieben, den Brennern zugeführt. Indem man nun den verdampften Kohlenwasserstoff mit nicht brennbaren Gasen mischt und verbrennt, erhält man ein Rußproduct von bisher nicht erreichter Güte. Der Ruß ist von tieferer Schwärze und daher von höherem Werth für Kunstdruckfarben, als der aus Benzol und brennbaren Gasen hergestellte. Die kohlenwasserstofffreien Gase, welche bei diesem Verfahren hauptsächlich in Betracht kommen, sind vor Allem die verbrannten Abgase der Hoch- und Koksöfen, die, anstatt durch den Schornstein zu entweichen, zu dem angeführten Zweck Verwendung finden können, nachdem sie also zuvor ihrer Bestimmung zu Heizungszwecken ꝛc. gedient haben.

---

[1]) Lunge-Köhler, Ind. des Steinkohlentheers, Bd. I, S. 698. Braunschweig 1900. — [2]) Ibid. 2, 288. — [3]) D. R.-P. Nr. 109826 u. 119830. Wagner's Jahresber. 2, 268, 1900 u. 2, 240, 1901.

Man sieht leicht ein, daß durch das zuletzt erwähnte oder ein ihm ähnliches Verfahren eine ganz neue Basis für die Rußfabrikation geschaffen worden ist, von dem besonders die Destillationskokerei, aber auch andere, auf Schweelprocessen beruhende Industrieen Vortheil zu ziehen in der Lage sind. Ein anderes Rohmaterial, das durch die Steigerung in der Theerproduction zu billigen Preisen auf den Markt geworfen wird, ist das Naphtalin, $C_{10}H_8$, das man zwar auch schon früher, aber mit schlechtem Erfolg zu verrußen gesucht hat. Dies liegt in der außerordentlichen Flüchtigkeit des Naphtalins begründet, welche verursacht, daß bei der Verbrennung bei beschränktem Luftzutritt stets ein Theil des Materials sublimirt und den Ruß verunreinigt, sowie zu Explosionen in den Rußkammern Veranlassung giebt. Bei der Verarbeitung auf Flammruß hat man diesem Mißstand dadurch wirksam zu begegnen gewußt, daß man das rohe Naphtalin nicht für sich allein, sondern gelöst in Theer oder schweren Theerölen zur Verbrennung gebracht hat. Bei der Herstellung von Lampenruß jedoch, wo man den Luftzutritt genau zu reguliren und bis auf ein Minimum zu beschränken in der Lage ist, war eine solche Maßnahme von geringerem Erfolg, weshalb das Naphtalin für diese Fabrikation auch bisher nicht in Frage gekommen ist.

Nun hat aber neuerdings A. Genthe[1]) gezeigt, daß auch aus Naphtalin für sich allein ein brauchbarer Lampenruß erzeugt werden kann, wenn man dasselbe nach vorheriger Verflüssigung durch Schmelzen in Dochtlampen verbrennt und dabei durch zweckmäßige Abkühlung der Dochthülsen dafür sorgt, daß die auftretende Wärmestrahlung abgeleitet und so eine gleichzeitige Sublimation des Naphtalins verhütet wird. Die Abkühlung erfolgt durch einen eng anliegenden Mantel, der von Wasser durchströmt wird, und die Abscheidung des Rußes, wie üblich, durch eine rotirende Trommel. Das Naphtalin selbst wird in den Lampen durch ein Heißwasser- oder Dampfbad flüssig erhalten.

Eine weitere, in den letzten 20 Jahren entstandene und seither zu hoher Blüthe gelangte Industrie, welche als Quelle für die Rohmaterialien zur Rußfabrikation von großer Bedeutung zu werden verspricht, ist die des Calciumcarbids. Seit die Acetylengasbeleuchtung einen so großen Aufschwung genommen hat und das Carbid auch in der chemischen Industrie, z. B. zur synthetischen Herstellung von Cyanverbindungen aus dem Stickstoff der Luft, in großen Massen verbraucht wird, wird das Calciumcarbid unter Ausnutzung billiger Wasserkräfte in enormen Mengen hergestellt und zu sehr mäßigen Preisen in den Handel gebracht. Wie fast jede andere Industrie, so liefert auch die Fabrikation des Calciumcarbids neben werthvollem Product auch minderwerthige, gewinghaltige Abfälle, für die es an einer Verwendung zu Beleuchtungs- und technisch-chemischen Zwecken bislang gefehlt hat. Die Bedeutung dieser Abfälle für die Rußfabrikation eröffnet daher auch der Carbidindustrie neue Absatzgebiete, die von großem wirthschaftlichen Werth zu werden versprechen.

Das Acetylen, C_2H_2, besitzt denselben Kohlenstoffgehalt wie das Benzol und liefert einen unter dem Namen Acetylenschwarz bekannten Ruß von außerordentlicher Schwärze, Reinheit des Tones und Zartheit, der durch eine

[1]) D. R.-P. Nr. 157542, 4. Sept. 1903, inzwischen erloschen.

eminente Deckkraft ausgezeichnet ist. Da er frei von jeder theerartigen Beimengung ist, mischt er sich ebensogut mit Wasser, Leimlösung ꝛc., als mit Oelen und Firnissen, mit denen er sich gut verreiben und in die feinste Vertheilung bringen läßt. Er eignet sich daher ebensogut zur Herstellung von Wasser- als von Oelfarben und Firnissen, und die aus ihm hergestellten Illustrationsfarben zeichnen sich durch tiefe Schwärze und hohen Glanz aus. Nach A. Ludwig[1]) beträgt der Gehalt des Acetylenschwarzes an Kohlenstoff 99,2 Proc. Die theoretische Ausbeute an Ruß aus Acetylen ist 92,3 Proc. und ist praktisch fast erreichbar. Nach einer Angabe von Berger und Wirth[2]) erhält man aus Acetylen drei- bis viermal so viel Ruß als aus gutem Oelgas.

Es bot anfänglich große Schwierigkeiten, das Acetylen auf Ruß zu verbrennen; gewöhnliche Speckstein- Rund- und Schnittbrenner bewährten sich nicht und ebensowenig Acetylen- und Bunsenbrenner. Schließlich gelang es, das Blaksystem sowohl, wie auch das Kammersystem für die Gewinnung von Acetylenruß erfolgreich auszugestalten[3]). Die größte Bedeutung beanspruchen aber offenbar jene Verfahren, die auf der Zersetzung des Gases ohne Verbrennung beruhen, weil hier im Gegensatz zur Verbrennung bei beschränktem Luftzutritt der gesammte Kohlenstoff des Acetylens abgeschieden und nicht ein Theil desselben verbrannt wird. Ihre Erklärung findet diese Möglichkeit in dem schon 1885 von v. Baeyer[4]) studirten eigenartigen Verhalten des Acetylens, welches zwar bei mäßig andauernder Erhitzung verschiedene Polymerisationsproducte liefert, aber bei höherem Druck und höherer Temperatur unter Explosionserscheinungen direct in seine Componenten zerfällt, was auf der zwischen den Kohlenstoffatomen des Acetylens herrschenden Spannung beruht.

So weit uns bekannt, waren Berger u. Wirth[5]) die ersten, welche Acetylenruß im Fabrikbetrieb herstellten. Ihr Verfahren besteht darin, daß sie Acetylengas mit einer gewissen Menge Luft gemischt in geeigneten Brennern zur Verbrennung bringen. Sehr vortheilhaft soll es auch sein, das Acetylen mit anderen zur Rußbildung geeigneten Gasen zusammen zu verbrennen. F. J. Bergmann[6]) hat später ein anderes, sozusagen nasses Verfahren angegeben, den Kohlenstoff des Acetylens in Form von Ruß oder in graphitähnlichem Zustande abzuscheiden. Er erhitzt in einem auf Druck geprüften Apparat Acetylen oder acetylenbildende Substanzen, vor allem die Carbide des Calciums und Natriums mit einer Lösung von Wasserstoffsuperoxyd bei 5 Atm. auf etwa 150° C. Nach der Formel

$$C_2H_2 + H_2O_2 = C_2 + 2H_2O$$

entstehen dabei nur Kohlenstoff und Wasser, von welch letzterem sich der Ruß durch eine einfache Filtration trennen läßt.

Ein eigenartiges Verfahren zur Oxydation des Acetylens zwecks Darstellung von Lampenruß ist J. M. Morehead[7]) patentirt worden. Er comprimirt ein

---

[1]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1899; Wagner's Jahresber. 1899, S. 87. — [2]) D. R.-P. Nr. 92801. — [3]) Vergl. A. Ludwig, loco cit. — [4]) Vergl. A. Frank, Zeitschr. f. angew. Chemie 1905, S. 1733. — [5]) D. R.-P. Nr. 92891; Wagner's Jahresber. 1897, S. 692. — [6]) D. R.-P. Nr. 96427; Wagner's Jahresber. 1898, S. 707. — [7]) Amer. Pat. Nr. 779728, 1905, für Union Carbide Co.

Gemisch von Acetylen und Sauerstoff oder Luft im Verhältniß von über 1 und vorzugsweise 4,5 Proc. Luft, läßt dasselbe in einen luftleeren Kessel treten, in welchem es durch den elektrischen Funken zur Explosion gebracht wird. Der Minimaldruck für die Dissociation des Acetylens beträgt etwa 4 Atm. pro Quadratzoll. Der resultirende Ruß wird durch ein Gebläse aus dem Explosionskessel entfernt und dieser wieder von Neuem evacuirt und beschickt.

Ein auch für die Technik brauchbares Verfahren zur Zerlegung des Acetylens in seine Componenten ist zuerst von Hubou[1]) angegeben worden. In einem geschlossenen Behälter wird unter Ausschluß von Luft ein Gemisch von Acetylen und Wasserstoff unter Druck durch den elektrischen Funken zersetzt. Der dabei auftretende Wasserstoff dient zur Verdrängung der Luft aus dem Behälter, sowie zur Verdünnung des Acetylens, um die Explosion desselben zu verlangsamen. Nach A. Frank[2]) tritt bei diesem Hubou'schen Proceß ein vollständiger Zerfall des Acetylens nur dann ein, wenn der Anfangsdruck, unter welchem dieses steht, sehr hoch ist. In der Praxis kann man aber in Folge der dabei auftretenden, hohen Explosionsdrucke nur ziemlich niedrige Anfangsdrucke — 5 bis 6 Atm. — anwenden, wobei neben dem Zerfall des Acetylenmoleküls auch eine Condensation desselben eintritt, so daß einerseits die Bildung theerartiger Producte, welche den Ruß verunreinigen, nicht zu verhindern und andererseits auch die Ausbeute aus dem relativ theuren Rohmaterial keine vollkommene ist.

Die Beseitigung dieser störenden Nebenreactionen und zugleich eine wesentliche Erhöhung der Ausbeute an reinem Kohlenstoff ist A. Frank[3]) in Gemeinschaft mit N. Caro und A. R. Frank dadurch gelungen, daß sie nicht mehr Acetylen allein, sondern behufs gleichzeitiger Beseitigung und Verbrennung des frei werdenden Wasserstoffs ein in entsprechenden Verhältnissen hergestelltes Gemisch von Acetylen und Kohlenoxyd oder Kohlensäure unter Druck mittelst des elektrischen Funkens zur Explosion bringen. Nach der Gleichung

$$C_2H_2 + CO = 3C + H_2O$$

liefern also Acetylen und Kohlenoxyd, wenn der Proceß vollkommen verläuft, eine Erhöhung der Kohlenstoffausbeute um die Hälfte.

Die Genannten fanden dann weiter, daß auch bei der Verbrennung von Kohlensäure mit Acetylen der Sauerstoff der ersteren sich zum großen Theil mit dem Wasserstoff des Acetylens verbindet, während die zunächst zu Kohlenoxyd und dann zu Kohlenstoff reducirte Kohlensäure die Ausbeute an Kohlenstoff entsprechend vermehrt:

$$2C_2H_2 + CO_2 = 5C + 2H_2O.$$

Man kann diese Processe gewissermaßen als eine Sublimation des Kohlenstoffs auffassen, indem gewöhnliche Kohle auf dem Umwege über Carbid in Acetylen und ein anderer Theil durch Verbrennung als Kohlenoxyd und Kohlensäure vergast und aus dem Gemisch der Gase der ursprüngliche Kohlenstoff dann in reinster Form wieder abgeschieden wird.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 103862, 1898. — [2]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1905, S. 1783. — [3]) Ibid. 1905, S. 1733 u. ff.; D. R.-P. Nr. 112416.

Die bei der Explosion der Gasgemische auftretende hohe Temperatur bewirkt eine theilweise rückläufige Reaction zwischen dem ausgeschiedenen Kohlenstoff und dem gleichzeitig gebildeten Wasser, so daß die Ausbeute an Ruß, wenn auch wesentlich höher als aus Acetylen allein, der theoretischen von 3 Aequivalenten nicht entspricht, sondern nur etwa $2^1/_2$ Aequivalente beträgt. Für die erfolgreiche Durchzündung der Gemische von Acetylen und Kohlenoxyd müssen dieselben unter einem Anfangsdruck von mindestens 6 Atm. stehen, und im Moment der Explosion steigt dieser Druck dann auf 40 bis 50 Atm. Bei 14 Atm. Anfangsdruck beträgt der Explosionsdruck 125 Atm., und ähnlich liegen die Verhältnisse auch für die Acetylen-Kohlensäuregemische. Es ist also große Vorsicht und die Verwendung geprüfter und zuverlässiger Stahlgefäße geboten. A. Ludwig[1]) hält es daher für zweifelhaft, ob die mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpften Anlagen zur industriellen Verwendung solcher von comprimirtem Acetylen ausgehenden Verfahren im Verhältniß zum Gewinn stehen.

Es ist besonders bemerkenswerth, daß der auf diesem Wege hergestellte Ruß ein viel größeres specifisches Gewicht als gewöhnlicher Lampenruß hat; während es bei diesem meist nur 1,7 beträgt, steigt es bei dem aus Acetylen hergestellten auf 1,93 bis 2,0, und dem entsprechend ist auch die elektrische Leitungsfähigkeit eine größere. Eine noch weitergehende Verdichtung tritt ein, wenn man die Carbide der alkalischen Erden in einem Strom von Kohlenoxyd oder Kohlensäure erhitzt, da die hierbei auftretende Verbrennungswärme eine wesentlich höhere ist als bei Acetylen. Hier entspricht die praktische Ausbeute an Kohlenstoff vollkommen der theoretischen, aber dieser Kohlenstoff zeigt die Eigenschaften und das Verhalten des Graphits. In Acetylen und den Carbiden ist also ein technisch brauchbares Material zur Gewinnung von Ruß und Graphit geboten.

Schon auf S. 67 dieses Werkchens haben wir über die Verwendung von Naturgas zur Herstellung von Lampenruß kurz berichtet. Diese dort erwähnte Industrie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika hat seither größere Dimensionen angenommen, so daß man heute mit dem Naturgas als einem sehr wesentlichen Factor in der Rohmaterialienfrage für die Rußfabrikation rechnen muß. Es dürfte daher immerhin von einigem Interesse sein, das Wissenswertheste über dieses vorzügliche Rohmaterial, das bisher die feinsten Qualitäten von Ruß geliefert hat, hier mitzutheilen. Wir thun dies an der Hand des interessanten Vortrages, welchen Oliphant[2]) auf dem Petroleumcongreß zu Lüttich 1905 gehalten hat.

Das Vorkommen von Erdgas war schon in den frühesten Zeiten bekannt. Man nimmt an, daß die früheste historische Kenntniß des Gebrauchs von Erdgas auf das Orakel zu Delphi, etwa 1000 Jahre vor der christlichen Aera zurückzuführen ist. Von den Chinesen wird gesagt, daß sie Jahrhunderte lang dieses Heizmaterial zum Verdampfen der Salzsoole gebrauchten. Die Feueranbeter an den Ufern und Inseln der Kaspisee, sowie die von Punjab in Indien haben Jahrhunderte lang eine ewige Flamme in ihren Tempeln unterhalten, deren Quelle ein steter Erdgasausfluß war. In späteren Zeiten war das Erdgas Ursache

[1]) loco cit. — [2]) „Vulkan" 1905, S. 160.

tödlicher Explosionen in den Kohlengruben Europas und Amerikas, Bergleuten als „Feuerdampf“ bekannt. Sein Vorkommen in den Vereinigten Staaten wurde bekannt, als der erste weiße Mann den „Divide“ überschritt und die Ohiogelände auszubeuten begann, da die Indianer ihn zu den natürlichen Erdgasausflüssen führten. Die Entdeckung großer Vorräthe im porösen Gebirge der Union und Canadas ist jüngeren Datums. Der artesische Bohrer nach Salzsoole wußte von seinem Vorkommen seit dem Erbohren der ersten Brunnen in den westlichen appalachischen Gegenden zu erzählen, später stieß der Oelsucher auf das Erdgas, jedoch beide erachteten das Gas als Quelle von Gefahr und Calamität. Es fing oft Feuer, verursachte schwere Unfälle, Materialschaden ꝛc. Ein plötzliches Hervorbrechen von Erdgas unter hohem Druck wurde als der verderblichste Unfall beim Bohren betrachtet.

Die Schichten, in denen das Erdgas gewöhnlich gefunden wird, sind poröse Sandsteine oder Kalksteine. In einigen Fällen wurden geringe Mengen Gas in Schiefern gefunden, jedoch kann dasselbe als nach und nach aus der darunter liegenden Formation angesammelt betrachtet werden. Fast durchgängig entwickelten sich die großen Vorräthe in der Schicht an oder nahe den Berstungen der Antiklinale oder Gebirgsfalten; Rohöl sammelte sich gewöhnlich darunter an, dagegen Salzwasser an einer noch niedrigeren Stelle. Manchmal indessen liegen die Gasfelder von den Petroleumgebieten gänzlich gesondert.

Bezüglich der Teufe der Erdgasbohrlöcher herrscht eine große Verschiedenheit, je nach der Beschaffenheit der Schichten, in welcher das Product vorkommt, und der wechselnden Lage der darunter liegenden Gesteine. Einige natürliche Ausflüsse haben Erdgas in beträchtlichen Mengen geliefert und gaben Anstoß zum Bohren bis zu den natürlichen Vorrathskammern, aus denen Gas ausströmte. Andere Gasbrunnen wurden entdeckt anläßlich des Niederbringens von Oel- oder Salzwasserbohrlöchern. Die Tiefe variirt von 250 bis 3000 Fuß, der Querschnitt von zwei bis acht Zoll, die Ausbeute von 500 bis 25 Millionen Cubikfuß täglich. Der Druck im Erdinnern beträgt von 1 bis 1500 Pfund pro Quadratzoll in äußersten Fällen, während 300 bis 400 Pfund pro Quadratzoll mit 1 bis 5 Millionen Cubikfuß Ausbeute als sehr gutes Resultat betrachtet wird. In vielen der tieferen Bohrlöcher werden oft zwei oder mehr Erdgaslager angetroffen. Die Kosten eines fertigen Bohrloches wechseln von ein paar hundert Dollar in den seichten Schieferdistricten bis 10 000 Dollar in den tiefen Bohrlöchern West-Virginiens. Alle größeren Bohrlöcher sind verrohrt und eine Packung wird gewöhnlich unmittelbar über dem Gassandstein eingelassen. Eine Vorrichtung ermöglicht das Auf- und Abschließen des Bohrloches nach Bedarf. Anfang 1904 gab es 15 689 productive Gasbrunnen, während 1904 3095 neue hergestellt wurden, davon 566 unproductive. Drei Bedingungen sind nothwendig für eine rentable Ansammlung von Erdgas:

1. Eine offene oder poröse Schicht zur Ansammlung des Gases unter Druck.
2. Eine thonschieferige oder thonige Deckschicht, zwecks Abdichten der unteren gesprungenen und geborstenen und mit Gas gefüllten Schichten.
3. Eine genügende Biegung der Schicht, um die Trennung des Gases von Oel oder Salzwasser zu ermöglichen.

Damit die Gasproduction gewinnbringend sei, muß das Lager mit hochgespanntem Gas über eine weite Strecke gesättigt sein, denn je größer der Raum, desto langsamer die Expansion. Der ursprüngliche Gebirgsdruck des Erdgases in Bohrlöchern wurde vielfach gleich gefunden dem Drucke des hydrostatischen Gewichtes einer Wassersäule von der Höhe der Anzapfungsstelle des Gaslagers zur Oberfläche. Dieses Verhältnis der Tiefe zum Druck ist nachweisbar den factisch erhaltenen Resultaten sehr nahe.

Erdgas wird gewöhnlich als Licht- und Heizquelle im Haushalt verwendet. Die Industrie bedient sich desselben in ausgedehntem Maße zur Dampferzeugung, als Kraftquelle in Gaskraftmaschinen, in der Glas-, Porcellan-, Cement- und Ziegelindustrie, in Hüttenwerken aller Art, der Stahl- und Eisenindustrie, in Holzverkohlungsanstalten, sowie an Ort und Stelle zum Betrieb der Gasbrunnen und beim Oelpumpen.

Kein anderes Land bedient sich des Gebrauches von Erdgas in größerem Maße als die Vereinigten Staaten. Es wird verwendet in Canada und in sehr beschränktem Umfang in England, Deutschland, Rumänien, Galizien, Rußland, Persien, Indien, China und Japan, jedoch alle diese Länder verbrauchen bloß 2 Proc. der ganzen Weltproduction dieses merkwürdigen Heizmaterials, die übrigen 98 Proc. consumirt die Union.

Die früheste öconomische Nutzbarmachung des Erdgases in den Vereinigten Staaten kam auf im Jahre 1821, als dasselbe zur Beleuchtung des Städtchens Fredonia, New York, diente. Ein Bohrloch von 1,5 Zoll im Durchmesser wurde zu 27 Fuß Tiefe gebohrt und speiste viele Jahre hindurch 30 Straßenlaternen. Im Jahre 1838 lieferte ein in Findlay, Ohio, gegrabener Wasserbrunnen solche Mengen brennbaren Gases, daß er wegen dieses merkwürdigen Umstandes aufgelassen wurde. In der Folge wurde er neu aufgedeckt, einem nahegelegenen Hause zugeführt und zu häuslichen Heiz- und Beleuchtungszwecken durch nahezu 50 Jahre ausgenutzt. Um das Jahr 1841 wurde Erdgas in einem Brunnen gefunden, der auch Salzwasser lieferte, und viele Jahre bei der Salzgewinnung nahe Charleston, West-Virginia, als Heizung verwendet. Mehr oder weniger Erdgas wurde aufgefunden im Oil Creek-Thale im Winter 1859 und dem folgenden Jahre.

Einer der ersten Versuche, Erdgas zu Heizzwecken zu verwenden, geschah bei einem Bohrloch in Erie, Pa., im Jahre 1868. Titusville kann sich rühmen, die erste modern ausgestattete Erdgasanlage zu haben, sowie auch das erste nach Erdöl gebohrte Bohrloch. Die Anlage wurde während 1872 erbaut, 13 Jahre nach Erbohren des ersten Oelschachtes durch Col. Drake. Im Jahre 1873 wurde das Erdgas in vielen Städten der Butler- und Venango-Gebiete eingeführt; es wurde von unweit gelegenen Oelversuchsbohrlöchern geliefert.

Im Jahre 1875 entstand die erste lange (17 Meilen) Gasleitung, 6,25 Zoll im Durchmesser, welche das aus dem Harvey-Bohrloch in Larden Mills, Butler County, Pa., entströmende Erdgas einer großen Fabrikanlage, bekannt unter dem Namen The Aetna Iron Company, am Alleghanyfluß, wenige Meilen von Pittsburg, zuführte. Im Jahre 1876 wurde in Murraysville, Pa., das große Haymaker-Bohrloch erbohrt, wurde aber erst 1883 ausgenutzt, indem sein Product

nach Pittsburg gepumpt wurde. Ende 1883 versorgten mehrere Rohrleitungen Pittsburg und das Beaver-Thal mit Erdgas aus einer Menge guter Gasbrunnen, welche in den Districten Washington, Beaver und Butler erbohrt wurden. Im Mai 1885 wurde das erste Erdgasbohrloch bis zur Tiefe des Speechlysandes niedergebracht sieben Meilen südlich von Oil City, Pa., welches sich als das reichste Reservoir erwies. Im Laufe desselben Jahres wurde auch das bemerkenswerthe Erdgaslager in dem Grapeville Pool, nahe Greensburg, Pa., gefunden. Im Jahre 1886 begann man die Stadt Buffalo, New York, mit Erdgas aus dem McKean-Gebiet, Pa., zu versorgen. Diese zahlreichen Erdgasvorräthe schienen den Eindruck zu machen, daß dieses Product in fast jedem Orte auffindbar und praktisch unerschöpflich sei. Im Jahre 1885 kamen die ausgedehnten Erdgasfelder nahe Findlay, Ohio, an die Spitze, und im folgenden Jahre wurden auch Erdgasvorkommen in Indiana festgestellt.

Die folgende Tabelle zeigt den Werth der Erdgasproduction in den Vereinigten Staaten von 1872 bis Ende 1904 in Dollar:

Jahre 1872 bis 1884 . . .	9 100 000	Dollar
Jahr 1885	4 857 200	„
„ 1886	10 012 000	„
„ 1887	15 816 500	„
„ 1888	22 629 875	„
„ 1889	21 107 099	„
„ 1890	18 792 725	„
„ 1891	15 500 084	„
„ 1892	14 800 714	„
„ 1893	14 346 250	„
„ 1894	13 954 400	„
„ 1895	13 206 650	„
„ 1896	13 002 512	„
„ 1897	13 826 422	„
„ 1898	15 296 813	„
„ 1899	20 074 873	„
„ 1900	23 698 674	„
„ 1901	27 066 077	„
„ 1902	30 867 863	„
„ 1903	35 650 000	„
„ 1904	42 450 000	„
Zusammen	295 857 731	Dollar

Die chemische Zusammensetzung des Naturgases ist nach den Quellen verschieden und ist auch an einer und derselben Quelle innerhalb verhältnißmäßig kurzer Zeit starken Schwankungen unterworfen. Wir stellen[1]) die Mittelwerthe der Analysen des Naturgases der Edgar-Thomsonwerke und unseres aus westfälischen Gaskohlen gewonnenen Leuchtgases neben einander:

[1]) Nach C. Sorge, Stahl und Eisen 7, 93, 1887; Chem.-Ztg. 1887, Nr. 9.

	Naturgas Proc.	Leuchtgas Proc.
Grubengas	67,0	59,5
Wasserstoff	22,0	30,9
Stickstoff	3,0	—
Aethan	5,0	—
Aethylen	1,0	5,7
Kohlensäure	0,6	0,4
Kohlenoxyd	0,6	3,5
Specifisches Gewicht	0,497	0,45

Beide Gassorten unterscheiden sich, abgesehen vom Kohlenoxydgehalt, wesentlich nur dadurch, daß das natürliche Gas mehr leichtes Kohlenwasserstoffgas bei weniger Wasserstoff enthält.

Das Vorkommen von Naturgas ist auch vielfach in Europa beobachtet worden, so zu Mediasch in Siebenbürgen, Vendsyssel in Dänemark, Heathfield in Sussex und an vielen anderen Orten. Ueber die Zusammensetzung dieser Erdgase liegen folgende Untersuchungsresultate vor.

	Mediasch				Vends-syssel[3])	Heath-field[4])
	I[1])	II[1])	III[1])	IV[2])		
Methan	83,60	58,40	63,50	91,02	96,54	93,16
Aethan	0,30	0,20	0,30	1,11	—	2,94
Aethylen					1,15	—
Wasserstoff	—	—	—	—	0,78	—
Sauerstoff	—	—	—	0,31	0,14	—
Stickstoff	3,90	4,10	2,50	1,36	0,75	1,00
Luft	10,50	37,00	33,25	—	—	—
Kohlenoxyd	—	—	—	—	2,25	2,90
Kohlensäure	1,70	0,30	0,45	0,20	0,39	—

Es ist aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, daß das Naturgas in gleicher Weise wie gutes Leuchtgas zur Gewinnung von Lampenruß geeignet ist. Verf. hatte vor einigen Jahren Gelegenheit, eine Reise durch das pennsylvanische Erdöl- und Naturgasgebiet zu machen und dabei eine Anzahl mit diesem Brennstoff arbeitender Fabriken zu besichtigen, unter anderen auch die großen, mustergültig eingerichteten Holzverkohlungsanlagen der Mc Keane Chemical Company in Kane, Pa., welche neben diesen auch Rußfabriken mit Naturgas als Rohmaterial betreibt.

[1]) Bunte, Petroleum, 1906, S. 296; Chem.-Ztg. 1906, Rep., S. 85. — [2]) Jeller, Chem.-Ztg. 1906, Rep., S. 85. — [3]) Ussing u. Petersen, Ingeniören 13, 49. — [4]) Dixon u. Bone, Iron and Coal 88, 938; Wagner-Fischer's Jahresber. 1, 56, 1905.

Die blakende Flamme des Naturgases schlägt hier gegen gekühlte, rotirende Cylinder, welche in geschlossenen Gehäusen untergebracht sind, die eine genaue Regulirung des Luftzutritts gestatten. Der sich darauf festsetzende Ruß wird durch Abstreicher entfernt, fällt in geschlossene Sammelgefäße und wird aus diesen mit Hülfe mechanischer Vorrichtungen direct in hölzerne Fässer verpackt. Herrn Heim, dem Director dieser Werke, verdanke ich noch folgende freundliche Mittheilungen: Die Productionskosten von 1000 Cubikfuß Naturgas betragen wenig mehr als 1 Cent gleich etwa $4^1/_2$ Pfg. Man erhält in den ihm unterstellten Fabriken aus je 2000 Cubikfuß (= 70 Cubikmeter) Naturgas 1 Pfd. engl. an Ruß = 454 g.

Ein Liter Naturgas besitzt ein Gewicht von ungefähr 0,65 g; obige 70 Cubikmeter würden daher rund 45,5 kg entsprechen, wovon 67 Proc. Methan = 30,5 kg, welche ihrerseits 23 kg Kohlenstoff enthalten. Von diesem Kohlenstoff werden bei der Verrußung aber nur 454 g, also knapp 2 Proc. gewonnen (auf das Gewicht des Gases berechnet nur 1,04 Proc.), woraus hervorgeht, daß in Bezug auf Ausbeute keine nennenswerthen Fortschritte bei der Verarbeitung von Naturgas auf Ruß (vergl. S. 67) gemacht worden sind. Allerdings spielt dies auch gegenüber dem außerordentlich billigen Preis des Rohmaterials vorläufig keine große Rolle. Immerhin aber ist es bemerkenswerth, welche enormen Mengen von Naturgas verbrannt werden müssen, um einigermaßen nennenswerthe Quantitäten von Lampenruß zu erhalten.

Moderne Rußanlagen.

Die Entscheidung, welchem System man beim Bau einer Rußfabrik den Vorzug geben soll, ob der Flammrußfabrikation, die in der Regel mit einem Kammersystem verbunden zur Ausführung gelangt, oder der Lampenrußfabrikation, bei der die Condensation des Rußes auf metallischer Oberfläche stattfindet, hängt von mancherlei Umständen ab. Die wesentlichste Rolle in dieser Frage spielt zunächst die Natur des Rohmaterials, das zur Erzeugung von Ruß zur Verfügung steht, sowie die Qualität des Rußes selbst, die man herstellen will.

Nicht alle Rohmaterialien eignen sich zur Verbrennung in Lampen für sich oder nach vorheriger Verflüssigung oder zur Vergasung, und andere, besonders leichter flüchtiger Natur, liefern ein ungünstiges Resultat beim Verbrennen in offenem Feuer. Diese Frage kann also nur von Fall zu Fall entschieden werden. Ebenso weiß man, daß beim Verbrennen eines Materials in Lampen, sei es nun in flüssigem oder gasförmigem Zustande, eine feinere Qualität von Ruß erhalten wird, als wenn man den Verbrennungsproceß in einem Feuerherd vor sich gehen läßt. Wer also die Fabrikation von Ruß beabsichtigt, an dessen Qualität hohe Anforderungen gestellt werden, wird sich für das Lampensystem zu entscheiden und sein Rohmaterial dementsprechend zu wählen haben. Umgekehrt wird man sich, wenn es sich darum handelt, große Mengen von Rückständen zu verarbeiten, die sich für diesen Proceß nicht eignen, für die Flammrußfabrikation entscheiden und auf die Erzeugung von besonders feinen Qualitäten von Ruß von vorn herein verzichten müssen.

Eignet sich das vorhandene Rohmaterial für beide Zwecke gleich gut, so kommt in zweiter Linie noch die Platzfrage in Betracht, insofern die Flammrußfabrikation bei größerer Leistungsfähigkeit einen bedeutend größeren Flächenraum beansprucht als die Lampenrußfabrikation, was auf die Nothwendigkeit umfangreicher Condensationskammern zurückzuführen ist. Indessen hat man in der letzten Zeit die Leistungsfähigkeit der Lampenapparate derart gesteigert, daß, wenn es sich lediglich um die Platzfrage handelt, die Entscheidung sehr wohl zu ihren Gunsten ausfallen kann. Es bleibt dabei nur zu bedenken, daß das Kammersystem keinerlei mechanischer Kraft zum Betriebe bedarf, also billiger arbeitet, während die Lampenapparate immerhin eine nicht unbedeutende maschinelle Einrichtung erfordern. Wo diese letztere aber ohnehin, vielleicht für andere Zwecke und im Ueberfluß vorhanden ist, oder billige Wasserkräfte zum Betrieb herangezogen werden können, wird dies Moment von untergeordneter Bedeutung sein.

Wesentlich sind dann nur noch der Kostenpunkt und die Leistungsfähigkeit der Anlage. Hierüber verdanken wir der Firma Alphons Custodis, Actiengesellschaft für Essen- und Ofenbau in Düsseldorf, welche Anlagen beider Systeme als Specialität ausführt, folgende freundliche Mittheilungen. „Wenn bei der Entscheidung für das eine oder andere System der Kostenpunkt in Frage kommt, so ist hierfür der Preis der Baumaterialien entscheidend. Sind diese hoch im Preise, dann wird unter Umständen eine Anlage mit Lampen billiger, ist ihr Preis niedrig, so wird die Anlage mit Lampen theurer als die Ofenanlage. Es kommt auch ganz darauf an, wo die Anlage errichtet werden soll, da hier Fracht und Zoll auf die Apparate, die doch möglichst von derselben Erzeugungsstelle, welche auf ihre Herstellung eingerichtet ist, bezogen werden, eine sehr große Rolle spielen. Es kommt aber noch in Betracht, daß die Oefen einen viel größeren Raum in Anspruch nehmen, der bei den Selbstkosten in der Regel nicht mitgerechnet wird. Geschieht dies in entsprechender Weise, dann kann man wohl sagen, daß der Erstellungspreis für Oefen und Apparate der gleiche ist."

„Die Leistungsfähigkeit der Oefen und Apparate kann man nicht mit einander vergleichen, da es ganz darauf ankommt, von welchem Gesichtspunkt man ausgeht und auf welche Einheit man reducirt. Maßgebend ist jedenfalls der Anschaffungspreis der Anlage, und dieser ist in beiden Fällen für die gleiche Leistung ungefähr gleich. Man wird daher Apparate anlegen, wo es an Platz mangelt, während man Oefen anlegt, wo man genügend Platz hat und wo es darauf ankommt, gleichzeitig verschiedene Qualitäten von Ruß zu gewinnen. Bei den Apparaten gewinnt man ja nur eine Durchschnittsqualität, während man bei den Oefen je nach den Entfernungen von den Feuerungen verschiedene Qualitäten gewinnt."

In wie weit bei einer derartigen Entschließung die neueren, vom Acetylen ausgehenden und auf einer ausschließlichen Oxydation des Wasserstoffs beruhenden Verfahren in Berücksichtigung zu ziehen sind, ist eine Frage, deren Beantwortung gleichfalls von besonderen Umständen abhängig ist. Am vortheilhaftesten wird sich eine derartige Anlage natürlich immer in unmittelbarem Anschluß an eine Carbidfabrik betreiben lassen, weil in diesem Falle zunächst die hohen Transportkosten für das Carbid in Wegfall kommen und selbst ein ganz geringwerthiges Product, das für Beleuchtungszwecke nicht mehr brauchbar ist, noch mit Vortheil verwendet

werden kann. Auf letzteren Punkt hat Frank bereits in seiner auf S. 123 erwähnten Arbeit aufmerksam gemacht. Die Verhältnisse liegen aber bei directem Anschluß des Betriebes an eine Carbidfabrik in so fern noch günstiger[1]), als hier die für die Durchführung dieses Processes neben Acetylen erforderlichen Gase, Kohlenoxyd und Kohlensäure, kostenlos aus dem Carbidbetrieb selbst entnommen werden können: Kohlensäure aus den zum Brennen des für Carbid bestimmten Kalks dienenden Kalköfen, Kohlenoxyd am besten durch Absaugen aus den Carbidschmelzöfen selbst. Beide Gase sind von genügender Reinheit, um so mehr, da es ja nicht erforderlich ist, daß dieselben ganz rein bezw. stickstofffrei sind. Uebrigens wäre auch deren directe Erzeugung durch theilweises oder gänzliches Verbrennen von Koks im Schachtofen nicht mehr mit sehr großen Unkosten verknüpft. In Berücksichtigung gezogen werden kann hier schließlich auch noch das Vorhandensein billiger natürlicher oder künstlicher Kohlensäurequellen, wie Fumarolen, Kalköfen ꝛc.

Diese allgemeinen Gesichtspunkte vorausgeschickt, wollen wir jetzt dazu übergehen, die moderne Rußfabrikation im Speciellen zu besprechen.

a) Die Flammrußfabrikation.

Die Fortschritte, die man in den letzten 20 Jahren in der Herstellung von Flammruß gemacht hat, sind als sehr bedeutende zu bezeichnen. Man hat immer mehr erkennen gelernt, wie außerordentlich wichtig die richtige Führung der Verbrennung für den Rußproceß ist und welchen enormen Einfluß die sorgfältige Regulirung der Verbrennungsluft, hat und sich bemüht, Vorrichtungen zu schaffen, welche es gestatten, die Luftzufuhr so zu beschränken, daß das Material mit reducirender Flamme verbrennt, wodurch die Ausbeute an Ruß sehr erheblich gesteigert wurde. Andererseits hat man es aber auch verstanden, bessere Condensationseinrichtungen zu schaffen, so daß in einzelnen Fällen[2]) der Verlust durch Flug praktisch gleich Null ist.

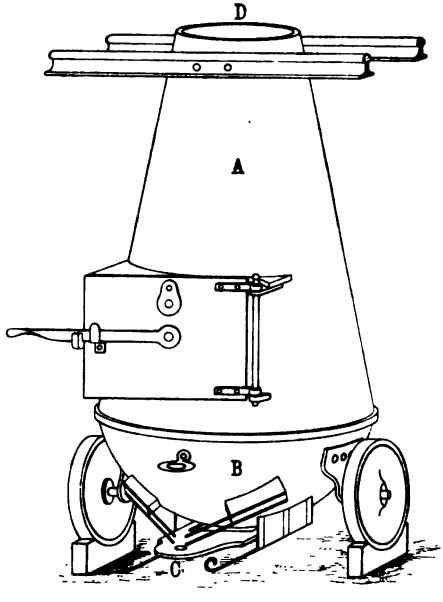
Daneben konnte es aber auch auf die Dauer nicht übersehen werden, daß, wie sorgfältig man auch den Rußproceß geführt, und wie ausgedehnt man dabei auch wissenschaftliche Gesichtspunkte hat mitsprechen lassen, unter allen Umständen fast der größte Theil des Kohlenstoffs des verbrennenden Materials nicht in Form von Ruß, sondern in der von minderwerthigem Koks sich abscheidet; daß es also mit einem Wort nicht möglich ist, Theer oder irgend ein anderes derartiges Material so zu verrußen, daß man den Kohlenstoff nur in der Form von Ruß gewinnt. Das legte natürlich den Gedanken nahe, derartige Materialien so zu verarbeiten, daß der nicht verbrennende Theil derselben in Form eines werthvolleren Nebenproducts, z. B. als Pech, gewonnen wird. Alle derartigen Bestrebungen haben Erfolge gezeitigt, wie wir aus der nachfolgenden Darstellung erkennen werden, und wenn sie auch noch nicht zu einem endgültigen Abschluß[3]) gelangt

[1]) Freundliche Privatmittheilung des Herrn Prof. Frank. — [2]) Zum Beispiel bei den Custodis'schen Anlagen, nach freundlicher Privatmittheilung der Firma. — [3]) Vergl. Russig, Asphalt- u. Theer-Ind.-Ztg. 1905, S. 104.

sind, so steht doch zu erwarten, daß sie über kurz oder lang zu einem in jeder Beziehung rationellen Verfahren führen werden.

Einen „modernen Rußofen“, der aber den erwähnten Bestrebungen noch keine Rechnung trägt, beschreiben Zerr und Rübenkamp[1]); er besitzt die Eigenthümlichkeit, daß die für die Verbrennung des Materials vorhandene Einrichtung während des Betriebes zeitweilig entfernt und durch eine andere ersetzt werden kann. Die Oefen (Fig. 47) bestehen aus einem an zwei Trägern aufgehängten Hut *A*, der mit seiner Oeffnung *D* durch Knieröhren mit den Rußkammern (Fig. 48) in Verbindung gesetzt wird. Unter dem Hut *A*, an dem gleichzeitig die Bedienungsöffnung angebracht ist, steht die auf Rädern fahrbare Verbrennungsschale *B*, welche unten mit einem Schieber *C* und den Regulatoren für den Luftzutritt versehen ist. Diese Schalen, in welchen sowohl festes, als auch flüssiges Material zur Verbrennung gelangen kann, werden nach ein- oder zweitägigem Betrieb ausgewechselt und von den abgelagerten Koksresten befreit. Zu einer Kammeranlage gehören meist mehrere derartige Oefen, die gleichzeitig oder zuweilen auch abwechselnd betrieben werden, wenn Werth darauf gelegt wird, die Oefen und die Zuleitungsröhren oder Kanäle nicht zu heiß werden zu lassen. In diesen Fällen besteht ein ein- oder zweitägiger Turnus in der Befeuerung der Oefen.

Fig. 47.



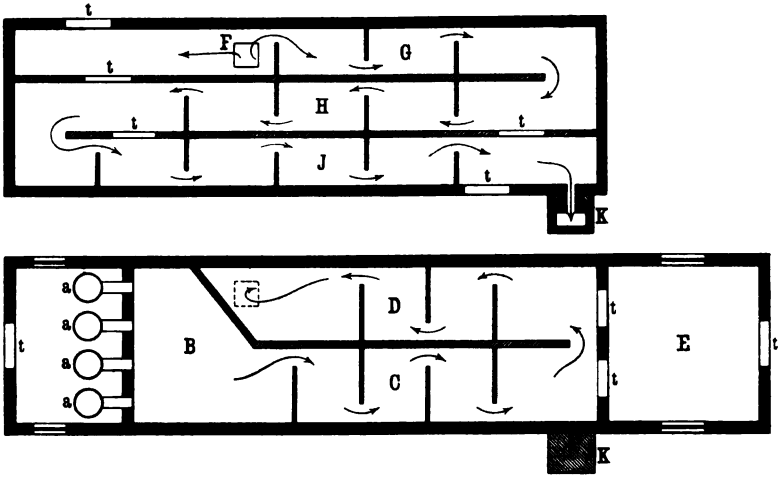
Das Beschicken derselben mit frischem Verrußungsmaterial hat immer sehr schnell zu geschehen; es muß vermieden werden, zu reichliche Mengen von Luft durch die Oeffnung der Ofenthür in das Innere der Oefen und Kammern gelangen zu lassen, damit nicht durch eine entsprechende Mischung von Luft und brennbaren Gasen explosive Gemische entstehen, durch deren Entzündung erheblicher Schaden an Gebäuden und eventuell auch Gefahr für das bedienende Personal entstehen könnte. Das ließe sich natürlich leicht vermeiden, wenn man dem Ofen das Material automatisch in flüssigem oder geschmolzenem Zustande zuführen würde.

Die zu diesen Oefen gehörige Kammeranlage ist in Fig. 48 im Schnitt durch das Erd- und Obergeschoß dargestellt. Im Erdgeschoß deuten *a* vier Rußöfen an, aus denen die Verbrennungsproducte durch Rohre in die Vorkammer *B*

[1]) Handbuch der Farbenfabrikation, Dresden 1905, Verl. von Steinkopff u. Springer, S. 590. Von der Verlagshandlung im Abdruck freundlichst zur Verfügung gestellt.

gelangen, aus der sie in den ersten Gang *C* geführt werden. Am Ende dieses Ganges sind die Gase genöthigt, denselben Weg durch den Gang *D* zurück zu nehmen, und gelangen dann durch die Oeffnung bei *F* im Scheitel dieses bezw. des darüber liegenden Ganges in das Obergeschoß, wo sie die Gänge *G*, *H* und *I* zu passiren haben, bevor sie durch die Esse bei *K* in entrußtem Zustande abgeführt werden. In die Gänge sind, wie üblich, Quermauern eingefügt, welche die Gase zwingen, ihren Weg im Zickzack zu nehmen. Andererseits sind in den Längsmauern des Obergeschosses bei *t* Thüren angeordnet, welche während des Betriebes geschlossen gehalten werden; *E* ist ein an das Erdgeschoß angelehnter Anbau. Die Dimensionen der Gänge richten sich nach der Menge von Ruß, welche die aufgestellten Oefen liefern sollen. Diese Angabe bedarf in so fern der Ergänzung, als sich die Größe bezw. Länge der Kammern nach der Menge der erzeugten Rauchgase

Fig. 48.



zu richten hat, um die Bewegungsgeschwindigkeit derselben so zu verlangsamen, daß die in ihnen schwebenden Rußpartikelchen Zeit und Gelegenheit finden, sich möglichst vollkommen daraus abzuscheiden.

Das Rußhaus wird massiv aus Backsteinen hergestellt und am besten — um nicht allzu massives Mauerwerk herstellen zu müssen — wenigstens im Erdgeschoß mit einer Isolirschicht — doppeltes, durch eine Luftschicht getrenntes Mauerwerk — errichtet. Dies ist nothwendig, um besonders im Winter einer zu starken Abkühlung des Innern der Rußgänge vorzubeugen, welche einen verminderten Zug und Ablagerung feuchten Rußes zur Folge haben würde. Das Gebäude enthält keine Fenster, doch sind in den Außenmauern des Erdgeschosses eine Anzahl eiserner, sich durch ihr eigenes Gewicht schließender Klappen angebracht, welche bei einer Explosion im Innern der Gänge als Sicherheitsventile dienen und dem entstehenden Ueberdruck Austritt gewähren.

An jeder Seite des Erdgeschosses gestattet je eine eiserne, isolirte Doppelthür Zutritt ins Innere, ebenso führen zwei Thüren aus dem Anbau *E* in die Gänge.

Die Ausführung der Rußkammern schildern Zerr und Rübenkamp im Allgemeinen wie schon auf S. 40 dieses Werkchens angegeben. Die heiße Vorkammer *B* ist mit feuerfesten Klinkern ausgesetzt; das Verfugen mit Chamottemörtel geschieht wie gleichfalls schon früher beschrieben. Das Gebäude ist an verschiedenen Stellen, besonders wo im Innern hohe Temperatur herrscht, gut verankert. Eisenconstructionen dürfen im Innern der Kammer nirgends bloßliegen, da die sauren Rußgase das Eisen angreifen und zur Bildung von Rost Veranlassung geben, welcher mit der Zeit abblättern und den Ruß verunreinigen würde.

Der Betrieb in diesen Rußöfen gestaltet sich nun so, daß bei Verschluß aller Thüren zwei bis vier Tage lang die Oefen in Thätigkeit erhalten werden, bis sich im Innern der Kammern eine genügende Menge Ruß abgelagert hat. Am Vorabend des Tages, an dem der Ruß ausgezogen werden soll, kann man eine Thür öffnen und über Nacht etwas offen stehen lassen, um durch verstärkten Luftzug das Innere der Kammern so weit abkühlen zu lassen, daß die Arbeiter sich ohne Gefahr längere Zeit darin aufhalten können.

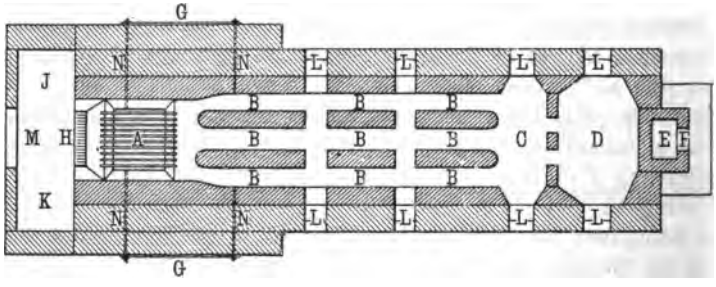
Während des Betriebes muß darauf geachtet werden, daß eine gleichmäßige Durchwärmung dauernd im Innern der Kammern erhalten wird und ein gleichmäßiger Zug die Verbrennungsgase aus den Oefen in die Esse führt. Dieser Zug darf nicht zu stark sein, man sucht ihn im Gegentheil möglichst mäßig, aber genügend zu halten, wobei die Rußbrenner einerseits den Luftzutritt zu den Oefen, andererseits die Oeffnungen (es sind deren stets mehrere), durch die aus dem letzten Gang die Gase in die Esse treten, entsprechend reguliren müssen. Die größere Ablagerung des Rußes erfolgt vorwiegend in den beiden ersten Gängen, während die Mengen, die sich in den folgenden Gängen niederschlagen, immer geringer werden. Aber je weiter der Ruß sich nach dem Ende der Gänge zu ablagert, um so feiner und reiner ist er, während der zuerst sich ausscheidende Ruß, hauptsächlich dann, wenn der Brand nicht richtig geleitet wird, mehr oder minder durch unverbrannte Zersetzungsproducte (Brandharze, Empyreuma) oder auch destillirtes Oel, sublimirtes Naphtalin u. dergl. verunreinigt sein kann. Diese Verunreinigungen beschweren den Ruß, machen ihn feucht und verursachen dadurch, daß er sich schnell zu Boden setzt.

Aber auch an den hinteren Gängen kann die Feinheit des Rußes ungünstig beeinflußt werden durch zu niedrige Temperatur, so daß der bei der Verbrennung sich bildende Wasserdampf sich condensirt, statt in diesem Zustande durch die Esse abzuziehen. Man ersieht aus diesen Umständen, wie wichtig es ist, die Temperatur innerhalb des Rußhauses immer möglichst gleichmäßig auf der richtigen Höhe zu erhalten, und ist deswegen auch stets besorgt, durch Abstellen des Zuges während der Nacht (falls nicht gearbeitet wird) ein zu starkes Abkühlen der Gänge zu verhüten, wenn am folgenden Morgen der Betrieb wieder aufgenommen werden soll. Die Regulirung des Luftzutritts zu den Oefen und des Austritts der Abgase in die Esse muß nicht nur dem jeweilig zur Verarbeitung gelangenden Material angepaßt, sondern auch mit Rücksicht auf die Witterungsverhältnisse, Luftbewegung, Windrichtung und topographische Lage des Gebäudes jeder Zeit controlirt werden.

Wir haben die Angaben von Zerr und Rübenkamp hier ausführlich wiedergegeben, ohne indessen der Ansicht zu sein, daß die geschilderte Anlage in der That allen Anforderungen entspricht, die man an eine moderne Rußanlage zu stellen berechtigt ist. Zweifellos aber enthalten dieselben sowohl hinsichtlich der technischen Ausführung derartiger Anlagen als auch der Führung des Betriebes manchen beachtenswerthen Wink, der unter Umständen von Nutzen sein kann. Ob die locomobile Anordnung der Verbrennungseinrichtung der stationären vorzuziehen ist, möchten wir nicht unter allen Umständen befürworten, doch hat sie zweifellos das eine für sich, daß bei vorkommender Reinigung des Feuers während des Betriebes die Unterbrechung des Brandes nur von ganz geringer Dauer zu sein braucht.

Einen speciell für die Verarbeitung des Wurzelstockholzes von Fichten und Föhren auf Kienruß bestimmten Ofen beschreibt neuerdings O. Fabricius[1]) wie folgt: Man baut solche Oefen (s. Fig. 49 u. 50) am besten in einer Länge von

Fig. 49.

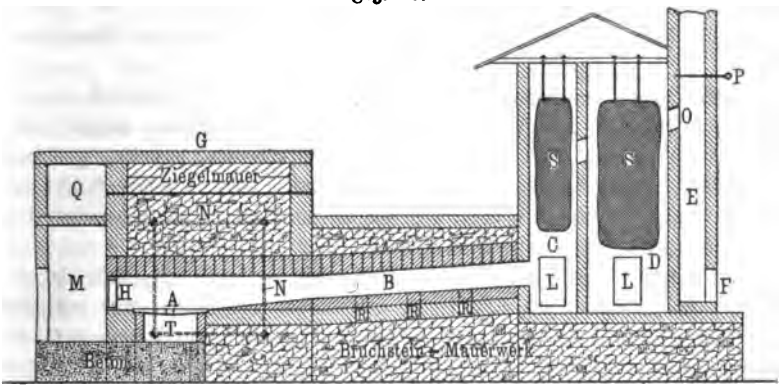


ca. 10 bis 12 m, einer Breite von 4 m am Kopfe (*G*) und den übrigen Theil des Ofens mit 3 m, sowie einer Höhe von 250 cm vom Fußboden an, während der Untergrund mit Bruchsteinmauerwerk 100 cm beträgt. Die Errichtung eines derartigen Ofens erfolgt am besten an einer Berglehne, um den Ofen von einer Seite gegen Wind und Sturm zu schützen, und man errichtet auf der anderen Seite eine Holzwand. Wenn Platz vorhanden ist, so stellt man den Ofen an einer Fabrikmauer auf und legt auf den mit Ziegeln gleich abgemauerten Untergrund die Canäle (*B*, *B*, *B*), den Rost (*A*) und den Aschenfall (*T*) an. Der Kopf des Ofens (*G*) wird auf 400 qcm bemessen, da man demselben stärkere Umfassungsmauern geben muß, damit bei längerer Feuerung der Ofen nicht leidet und aus einander getrieben wird. Um denselben besser zusammen zu halten, mauert man in der Höhe des Rostes und über dem Gewölbe der Feuerung eiserne Anker ein, die ebenfalls durch Schrauben genügend verbunden werden (siehe Fig. 50, S. 137). Der Rost (*A*) selbst wird im Quadrat angelegt, und zwar besitzt er eine Größe von 100 cm und betragen auf beiden Seiten die Umfassungsmauern 150 cm, wovon 100 cm auf Bruchsteinmauerwerk und 50 cm auf Ziegelmauerwerk kommen. Der Feuerraum hat eine Höhe von 50 cm und muß mit feuerfesten Ziegeln ein-

[1]) Farben-Ztg. 1906, Heft 38, S. 1042.

gewölbt werden. Die inneren Wände des Feuerraumes sind mit feuerfesten Ziegeln auszukleiden. Der Rost sowie die Feuerthür (*H*) sind von starkem Gußeisen, und die letztere besitzt einige runde Löcher, durch die man beliebig Luft in den Feuerraum einlassen, ihn aber auch durch angebrachte Schieber luftdicht verschließen kann. Diese Schieber dürfen nur von Zeit zu Zeit geöffnet werden, damit nicht zu viel Luft in den Feuerraum gelangt, und nur um zu sehen, ob das Kienholz noch brennt. Dasselbe darf nur qualmen und nicht lichterloh brennen, weil sich sonst zu wenig Ruß bildet und der meiste verbrennt. Auch setzt man das Aschenloch im Anfang des Betriebes mit Ziegeln dicht zu, damit nicht zu viel atmosphärische Luft in den Feuerraum gelangen kann. Den Rost belegt man vollständig bis oben mit Kienholz, damit kein freier Raum bleibt. Der Feuermann bei der Feuertür (*H*) hat hauptsächlich zu beachten, daß immer Kienholz genug

Fig. 50.



auf dem Rost liegt und daß aus dem Schornstein (*E*) blos gelbgrauer, aber kein schwarzer Rauch herauskommt; sobald schwarzer Rauch kommt, stellt man die Klappe im Schornstein auf die Hälfte. Wenn aber gar kein Rauch mehr aus dem Schornstein kommt, so sind die Canäle (*B, B, B*) verstopft und müssen mittelst angebrachter Drahtbürsten durch die Oeffnungen (*L, L*) gereinigt werden. Hinter dem Rost (*A*) liegen die Canäle (*B, B, B*), welche der Rauch durchziehen muß und in denen sich der Ruß, hauptsächlich in den beiden Kammern *C, D* absetzt. In diesen befinden sich feine Metallgewebe, die an der Decke befestigt sind, an welchen sich der feine Ruß festsetzt, der von Zeit zu Zeit mittelst einer Vorrichtung abgeschüttelt werden muß und zu Boden fällt, während die Rauchgase durch den Schornstein (*E*) abziehen.

Die Canäle (*B, B, B*), welche steigend nach der Rußkammer (*C, D*) angelegt werden müssen (siehe Fig. 50), damit der Rauch schneller abzieht, besitzen eine Breite von 25 cm und eine Höhe von 30 cm und müssen öfters während des Betriebes mittelst eiserner Drahtbürsten, die von Außen angebracht sind, gereinigt werden; auch bringt man am Boden der Canäle Behälter von Blech an, in denen sich die wässerigen und theerigen Flüssigkeiten, wie Holzessig und Brandöle, ansammeln und von Zeit zu Zeit durch eine Röhrenvorrichtung abgelassen

werden können. Die Decke des ganzen Ofens bedeckt man mit feuchter Erde, die man mit Rasenstücken belegt. Es wird hierdurch verhindert, daß der Ofen sich zu stark erwärmt, und der Rauch mehr abgekühlt (?).

Am Ende des Rußofens, wo die beiden Rußkammern (*C*, *D*) sich befinden, erhebt sich ein erhöhter Raum (siehe Fig. 50), damit der Rauch hier in die Höhe steigen und dabei die an der Decke hängenden feinen Metallsiebe (*S*, *S*) passiren muß, in denen der meiste Ruß hängen bleibt, und die entrußten Gase dann erst oben durch eine Oeffnung (*O*) in den Schornstein (*E*) entweichen. Die bereits erwähnte Klappe (*P*) befindet sich in dem Schornstein (*E*) über der Oeffnung (*O*) und kann beliebig gestellt werden. In dem Vorbau (*M*) ist ein Raum (*R*) zum Lagern des nöthigen Kienholzes, welches zur Verbrennung nothwendig ist und durch einen zweiten Hülfsarbeiter fortwährend ergänzt wird, da der Feuerarbeiter stets beim Ofen bleiben muß. Zur Bedienung des Ofens gehören im Ganzen vier Personen, da der Ofen Tag und Nacht betrieben werden muß, und zwar zwei Mann bei Tag, ein Feuermann und ein Hülfsarbeiter, und zwei Mann bei der Nacht.

Der Betrieb eines solchen Ofens dauert in der Regel 10 bis 12 Tage und Nächte; er kann im Winter länger als im Sommer betrieben werden, da im Sommer der Ofen zu heiß wird und sich dann weniger Ruß und mehr gasförmige Producte bilden. Die Zahlung des Feuermannes, der auch den Hülfsarbeiter bezahlen muß, geschieht meist in Accord, wie bei den Köhlern, damit der Betreffende eine gute Ausbeute an Ruß erzielt und den Ofen fleißig bedient.

Nach Ablauf des 10tägigen Betriebes wird der Ofen eingestellt, der Rost von den glühenden Kohlen befreit, die Oeffnungen der Canäle und des Rostes mit Ziegeln dicht bedeckt und die Feuerthür ebenfalls mit Ziegeln vermauert, damit keine Luft eindringen kann, weil sonst sich der Ruß in den Canälen sehr leicht entzündet. Ebenso ist der Aschenfall sehr gut zu vermauern.

Der Ofen bleibt dann vier bis fünf Tage ruhig stehen, bis er vollständig erkaltet ist, was im Winter schneller als im Sommer vor sich geht. Am sechsten Tage öffnet man vorsichtig die letzte Rußkammer (*D*) durch die Oeffnungen (*L*, *L*), nachdem man früher die feinen Drahtgewebe (*S*, *S*) recht gut durch eine besondere Vorrichtung abgeschüttelt und von Ruß befreit hat. In der letzten Rußkammer (*D*) befindet sich der meiste und feinste Ruß, welcher vom Boden und den Wänden gut abgekehrt und sogleich in große Blechbüchsen gebracht wird, in denen er vollständig erkalten muß. Nach einigen Tagen siebt man dann den erkalteten Ruß durch feine Metallsiebe, um die Verunreinigungen, wie Sand- und Kalktheile, zu entfernen. Diesen Ruß verkauft man als *feinsten Flammruß* zur Herstellung von Druckerschwärze. In der Kammer *C* befindet sich ein *weniger guter Ruß*, der gleichsfalls vor dem Verkauf noch gesiebt werden muß. Die geringste Qualität wird aus den Canälen *B*, *B*, *B* durch die Oeffnungen *L*, *L* mittelst Drahtbürsten gezogen; er kann nach dem Sieben nur als *ganz ordinärer Kienruß* verkauft werden.

Mit dem beschriebenen Ofen ist man im Stande, in einer Betriebsperiode von 10 bis 12 Tagen 40 bis 50 Raummeter Kienholz zu verbrennen, woraus man etwa 700 bis 960 kg feinen und groben Kienruß erzielt, welcher im Durch-

schnitt mit 20 Mk. pro 100 kg bezahlt wird. Auf das Gewicht des Holzes berechnet, beträgt die Ausbeute an Ruß etwa 5 bis 6 Proc.; sie wechselt je nach dem Harzreichthum des verwendeten Wurzelstockholzes, sowie der Geschicklichkeit des Arbeiters und ist auch von der Witterung abhängig, so daß man im Winter bei ruhigem, kaltem Wetter stets größere Ausbeuten erzielt als im Sommer (vergl. S. 19).

Aus der von Fabricius am Schlusse seines Artikels gegebenen Calculation ergiebt sich, daß die Verarbeitung des Wurzelstockholzes auf Ruß unter den von ihm geschilderten Verhältnissen (vergl. S. 15) in der That lohnend ist. Sie wird aber stets an billige Arbeitskräfte gebunden sein und sich, wie die Destillation des Holzes selbst, an Ort und Stelle abzuspielen haben, da das Rohmaterial in Folge seines verhältnißmäßig geringen Gehalts an rußgebender Substanz größere Transportkosten zu tragen nicht im Stande ist. Man wird ferner bei der Errichtung derartiger Anlagen nicht außer Acht lassen dürfen, daß ihre Betriebsfähigkeit nur eine beschränkte sein kann und erlischt, wenn der Abtrieb der zur Verfügung stehenden Wälder erfolgt ist. Diese Erwägungen müssen es allerdings fraglich erscheinen lassen, ob eine solche Verwerthung der Wurzelstöcke harzreicher Hölzer gegenüber der Verarbeitung auf Holztheer und Holzkohle, wozu ja in den meisten Fällen eine besondere Anlage bereits vorhanden ist und nicht erst geschaffen zu werden braucht, noch einen nennenswerthen, wirthschaftlichen Factor bedeutet. Aus der Beschreibung geht übrigens hervor, daß sowohl die Construction des Ofens, als auch die Arbeitsweise eine sehr primitive ist; sie erinnert an den früher im Walde hausenden Kohlenbrenner, auf den sie auch zugeschnitten erscheint.

Ueber die von ihr construirten Rußöfen macht uns die Firma Alphons Custodis, Actiengesellschaft für Essen- und Ofenbau in Düsseldorf, folgende freundliche Mittheilungen: Die Oefen bestehen aus langgestreckten Canälen, deren Querschnitt im Verhältniß zur Feuerung sehr groß ist, so daß der Rauch seine Geschwindigkeit auf ein Minimum verlangsamt und auf diese Weise den Rußtheilchen Gelegenheit giebt, sich abzusetzen. Zur vollkommeneren Absonderung des Rußes wird der Rauch ebenfalls durch Zwischenwände gezwungen, seine Richtung fortwährend zu ändern.

Der Hauptwerth der Custodis'schen Construction liegt aber in der eigenartigen Feuerung, sowie in der Ausströmung der Rußgase in die Kammern. Die Feuerung besteht aus verschiedenen, muldenförmigen Gefäßen, in welchen der zu verrußende Stoff aufgegeben wird; jede Feuerung ist mit einer eigenartigen Luftzuführung versehen, welche es gestattet, die Luftzufuhr so weit herunterzuschneiden, daß die Feuer mit reducirender Flamme brennen und den größtmöglichen Procentsatz an Ruß ausscheiden, was noch besonders durch die genaue Regulirbarkeit der Luftzufuhr selbst ermöglicht wird. Leider ist die Firma nicht in der Lage, Detailzeichnungen der hier in Frage kommenden Constructionen, da letztere nicht durch Patent geschützt sind, zur Verfügung zu stellen.

Bei dem am Ende eines jeden Ofens errichteten Schornstein ist auf die Zugstärke eine ganz besondere Rücksicht genommen, damit die Luftströmung nicht übermäßig groß ist und die Rußausbeute nicht verringert wird. Trotzdem ent-

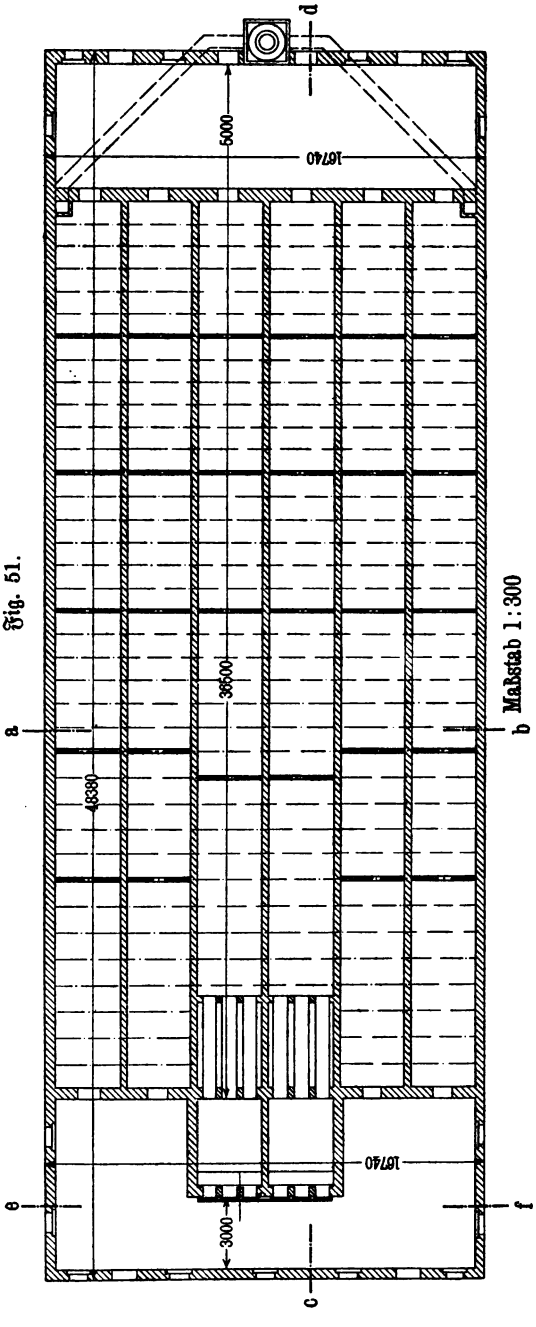


Fig. 51. Maßstab 1:300

weicht noch Ruß aus dem Schornstein, wenn kein besonderer Rußfänger eingeschaltet wird; doch construirt die genannte Firma nach ihren Angaben einen derartig wirksamen Apparat, daß die Gase vollkommen entrußt aus dem Schornstein entweichen, also jeder Verlust vermieden wird.

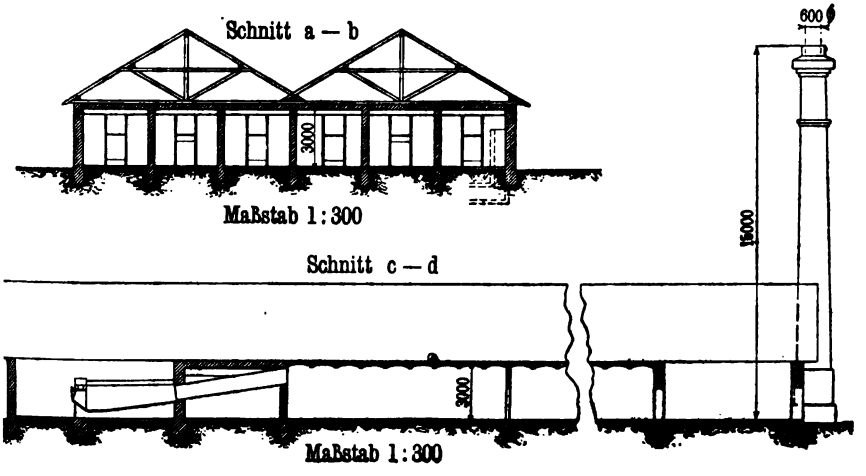
Auch der Abkühlung der Rauchgase hinter den Feuerungen ist eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet worden; je nach dem zur Verfügung stehenden Raum kann dieselbe durch Luft oder Wasser erfolgen und sind die Rauchcanäle neben- oder übereinander angeordnet. Im Laufe der Zeit ist die Firma Custodis zu der Erkenntniß gekommen, daß eine gewisse Größe der Oefen nicht überschritten werden darf, wenn die Leistungsfähigkeit derselben mit dem Anschaffungspreis noch in gutem Einklang bleiben soll; ihre Anlagen werden daher nur in constanten Größen gebaut.

Die Fig. 51 bis 54, die uns die genannte Firma bereitwilligst zur Verfügung gestellt hat, geben die maßstäbliche Darstellung einer Anlage für zwei Oefen; sie ist ohne Weiteres verständlich und bedarf keiner näheren Erläuterung. Fig. 55 (S. 142) und Fig. 56

(S. 143) zeigen eine für 10 Oefen ausgeführte Anlage, welche sonach die fünffache Leistungsfähigkeit der ersteren besitzt.

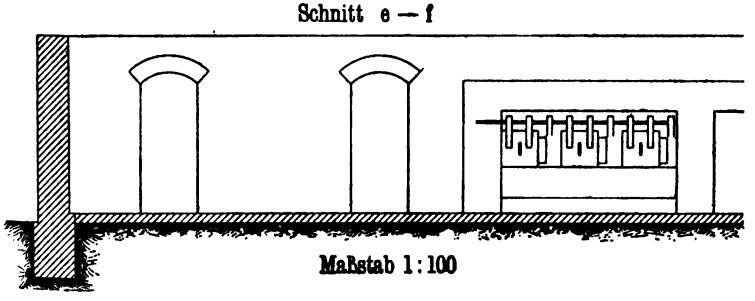
Zur Verflüssigung festen Materials für die Rußfabrikation, wie Pech, Asphalt, Petroleumrückstände ꝛc., ist eine besondere Einrichtung vorgesehen, die es

Fig. 52 u. 53.



ermöglicht, die Feuerung regelmäßig zu speisen, so daß die Oefen automatisch arbeiten und die Bedienung auf ein Minimum beschränkt wird. Die Oefen liefern in den verschiedenen Kammern Ruße von verschiedener Feinheit und Güte.

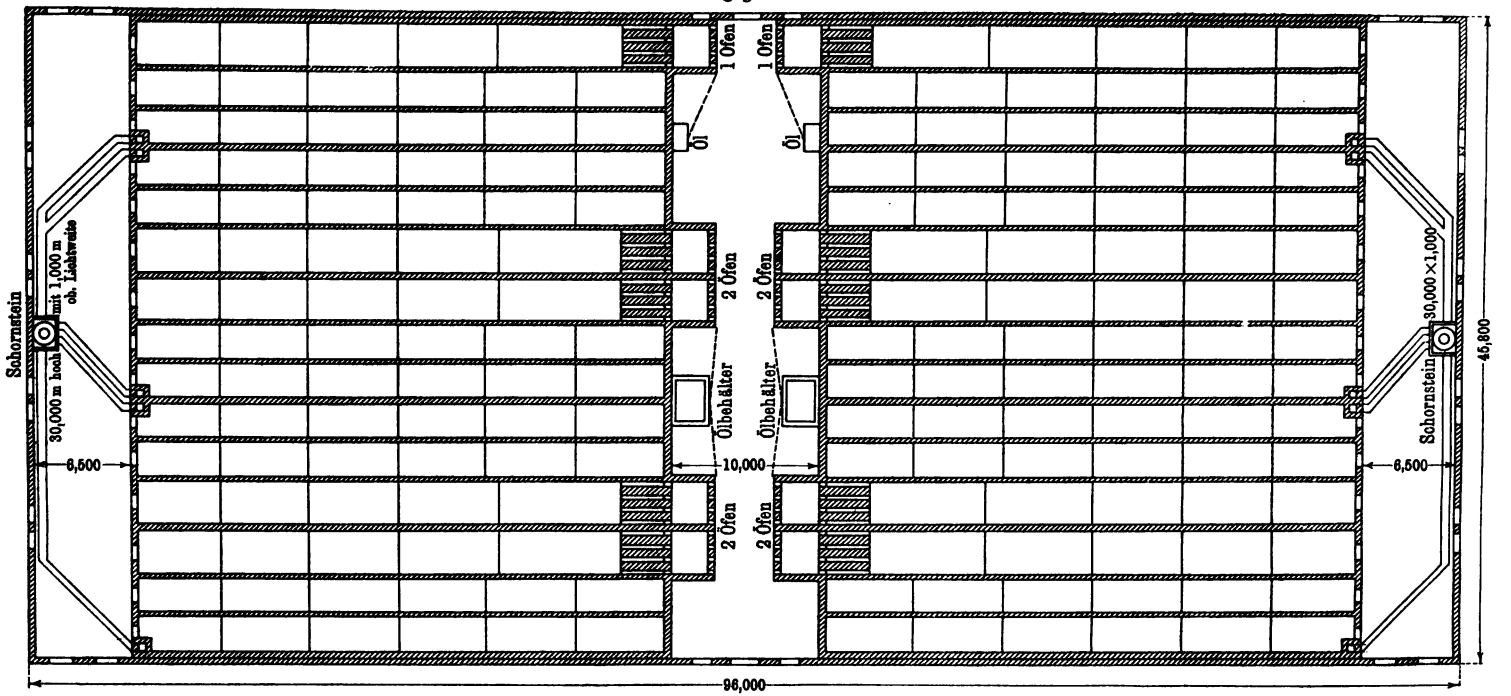
Fig. 54.



Otto Thalwitzer[1]) sucht bei seinem Apparat zur Darstellung von Ruß die Kammeranlage zu umgehen und eine bessere Ausnutzung des zu verrußenden Materials zu erzielen. Es wird bei diesem Apparat zur Herstellung von Flammruß das flüssige Brennmaterial durch einen Zerstäuber in ein Chamottegewölbe und die rußhaltigen Rauchgase aus diesem durch einen Canal hindurch in einen eigenthümlich construirten Condensator getrieben, in welchem sich der Ruß absetzt.

[1]) D. R.-P. Nr. 50605, 18. August 1899.

Fig. 55.

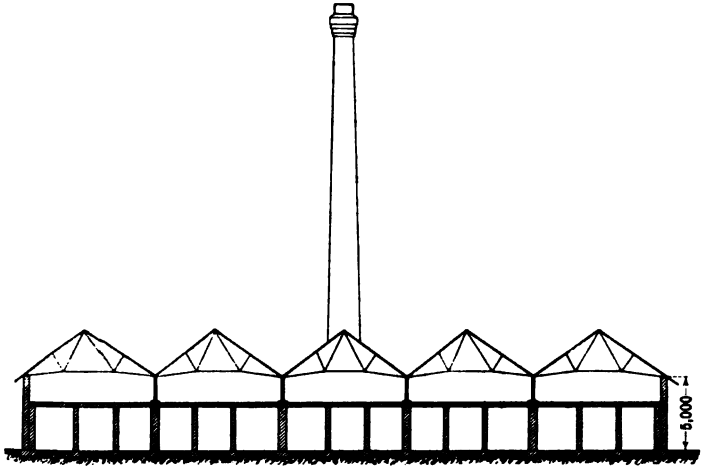


Maßstab 1:500

Etwa noch nicht niedergeschlagene Rußtheilchen werden in einem zweiten Condensator aufgefangen, der durch einen Saugapparat mit einem Schornstein verbunden ist. Fig. 57 (S. 144) zeigt den Apparat im vertikalen Längsschnitt, Fig. 58 (S. 144) im Horizontalschnitt und Fig. 59 (S. 145) im Schnitt nach $x\,x$ der Fig. 57.

An der Vorderseite eines mit Chamotte ausgekleideten, gewölbten Raumes C ist eine Oeffnung B angeordnet, in welche das Mundstück des Blaseapparats A hineinragt. Letzterer besteht aus einem inneren Rohr a (Fig. 60, S. 145), dem durch das Rohr a' aus einem höher stehenden Gefäß flüssiges Material zur Rußfabrikation zugeführt wird, und einem äußeren Rohr b, das durch b' mit

Fig. 56.



einem Dampfkessel oder einem Kessel mit gespannter Luft in Verbindung steht. Das innere Rohr a ist bei c durch drei kleine Stellschrauben genau centrirt und bei c' durch Entfernung der Verschlußschrauben leicht zu öffnen.

Verschiebbare Platten $d\,d$ (Fig. 61, S. 145) reguliren bei der Fabrikation den Luftzutritt. Das Chamottegewölbe C ist von verhältnißmäßig großen Dimensionen, um den sich im Betriebe schnell bildenden sehr hohen Temperaturen Widerstand zu leisten. An das hintere Ende dieses Gewölbes C schließt sich ein 15 m langer auf eisernem Gestell (s. Fig. 59) ruhender Chamottekanal D an, welcher bei $e\,e$ verschließbare Oeffnungen hat. Der Canal D mündet in den Condensator E ein, welcher aus einem gußeisernen Kasten besteht, in dessen Deckelplatte eine genügende Anzahl unten geschlossener, oben offener Röhren $f\,f$ hängen, die ebenfalls aus Gußeisen bestehen.

Diese Rohre ragen in das Innere des Kastens E hinein und können, ebenso wie die inneren Wandflächen des Kastens, mit Emaille überzogen sein. Jedes dieser Rohre ist von einer runden Scheibe g umgeben, welche auf dem Rohre mit Hülfe von Führungsstangen $h\,h$ auf und ab bewegt werden kann und dazu bestimmt ist, den Umfang dieses Rohres ununterbrochen oder in Zwischenräumen abzustreichen.

In die Rohre *f* sind Rohre *i* eingeführt, welche nahe am Boden der ersteren ausmünden und Wasser zuführen, das in den Röhren *f* hochsteigt und die Deckelplatte überströmt, von wo es dann weiter abfließt.

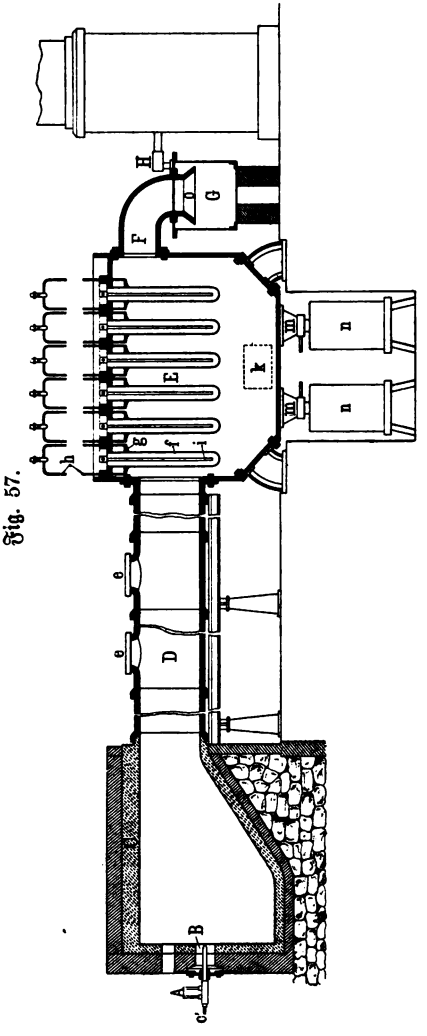


Fig. 57.

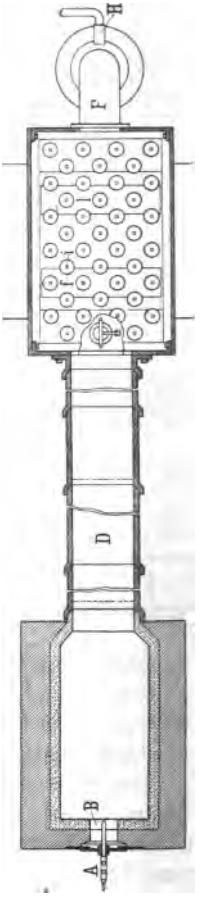


Fig. 58.

Eine Thür *K* gestattet den Zugang ins Innere des Kastens, dessen Boden mit zwei Oeffnungen versehen ist, die durch Trichter *m* mit den Sammelgefäßen *n n* in Verbindung stehen.

Mit dem Condensator *E* ist durch ein Knierohr *F* ein zweiter Condensator *G* verbunden, der aus einem Kasten besteht, an dessen Deckel ein trichterförmiger Rohrstutzen *o* angeschraubt ist, der eine Fortsetzung des Knierohrs *F* bildet. Auf

den Deckel des Condensators *G* ist zur Abführung der Verbrennungsgase ein Saugapparat *H* aufgesetzt, welcher in einen Schornstein einmündet.

Die Fabrikation von Flammruß in diesem Apparat geschieht nun in folgender Weise: Aus einem Gefäß, das nur wenig höher als der beschriebene Apparat selbst zu stehen braucht, wird Material zur Rußfabrikation, welches entweder kalt flüssig oder durch Wärme flüssig gemacht sein kann, dem inneren Rohr des Blaseapparats *A* zugeführt, während gleichzeitig in das äußere Rohr desselben gespannter

Fig. 59.

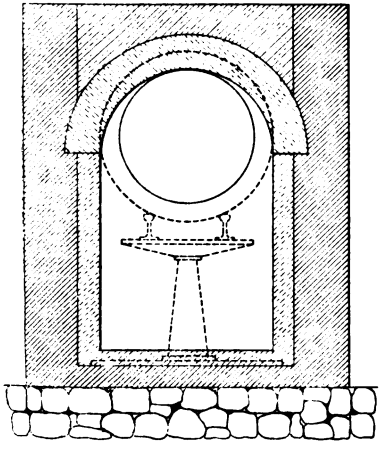
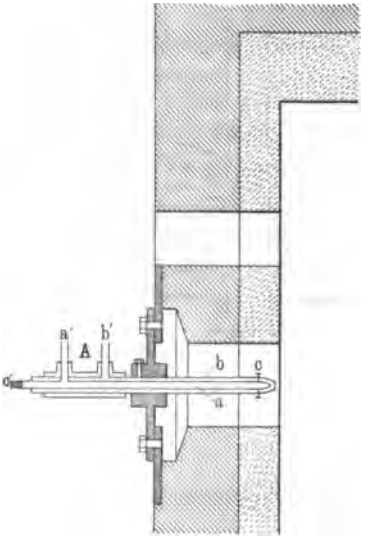
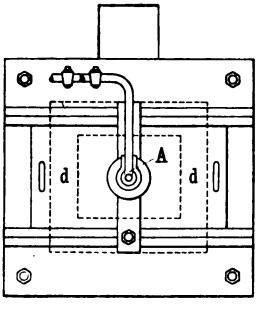


Fig. 60.



Dampf oder comprimirte Luft eingelassen wird. Beide Zuführungen sind durch handlich angebrachte Hähne oder Ventile regulirbar. Der Dampf oder die Luft zerstäuben das zur Rußfabrikation dienende Material, und alle Theile desselben gerathen nach der Entzündung unter dem Gewölbe *C* sofort in starke Weißgluth. Der Sauger *H* und die Wasserzuführung zum Condensator *E* befinden sich in diesem Augenblick bereits in Thätigkeit.

Fig. 61.

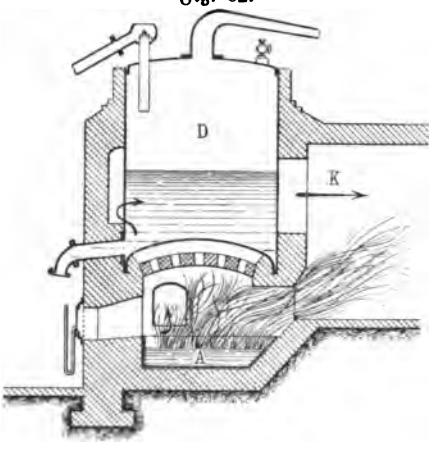


An den durch Wasser gekühlten Rohren *f* des Condensators *E* setzt sich der Ruß ab, welcher von den Scheiben *g* von Zeit zu Zeit oder continuirlich abgestrichen wird. Der zweite Condensator *G* enthält Firniß oder einen anderen Stoff, der zum Festhalten der in den Verbrennungsproducten etwa noch enthaltenen Rußtheilchen geeignet ist.

Der freie Raum zwischen den trichterförmigen Rohrstutzen und dem Niveau der Flüssigkeit beträgt nur etwa 30 mm und es werden bei der heftigen Wirkung

des Saugers die Verbrennungsproducte energiſch gegen die Oberfläche der Flüſſigkeit geſchleudert. Durch die Einſtellung der Ventile, welche Dampf und Rußmaterial zuführen, ſowie der Klappen *dd*, deren Verſchiebbarkeit den Zutritt der äußeren Luft unter das Gewölbe *C* regelt, kann der Proceß derartig genau regulirt werden, daß bei höchſter procentualer Ausbeute ein rein weiß durchſchlagendes Fabrikat gewonnen wird.

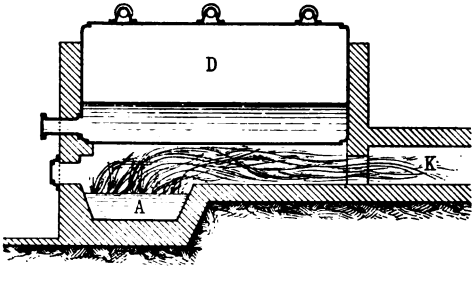
Fig. 62.



Die Entleerung des Condenſators kann ohne Unterbrechung des Betriebes geſchehen, während bei einer Entleerung des Canals *D* die Abſtellung des Betriebes erforderlich wird.

Der Apparat liefert alſo nur eine Sorte eines vorzüglichen Rußes, der auch bei der hohen Bildungstemperatur noch gleichzeitig den Vorzug größerer, ſpecifiſcher Schwere haben dürfte (vgl. S. 125 u. 152), eine Eigenſchaft, auf welche bekanntlich eine Anzahl Patente der neueſten Zeit hinarbeiten. In wie weit der ſonſt ſich in Form von Koks abſcheidende Kohlenſtoff in Ruß übergeführt wird, alſo über die Ausbeute an dieſem Material, ſind in der Patentſchrift Mittheilungen nicht gemacht. Es erſcheint aber zweifellos, daß bei richtiger Regulirung, die indeſſen nicht ganz leicht ſein dürfte, die Rußausbeute eine entſprechend höhere ſein muß.

Fig. 63.



Von ganz anderen Geſichtspunkten zu einer rationellen Geſtaltung der Rußfabrikation geht G. Wegelin[1]) aus. Er verzichtet von vornherein auf eine gänzliche Verrußung des Materials, vermeidet indeſſen die Koksbildung und ſucht gleichzeitig die bei der Verbrennung auftretende Hitze für den Proceß ſelbſt zu verwerthen. Er erreicht dies dadurch, daß er 1. den zur Verrußung beſtimmten Theer in einer Blaſe deſtillirt, die von der durch die Verbrennung der Deſtillate erzeugten Hitze geheizt wird, ſo zwar, daß dieſe Deſtillate nach vorheriger Condenſation continuirlich der Feuerſtelle zugeführt werden; 2. dieſe Arbeit in ähnlicher Weiſe ausführt, aber ohne die Deſtillationsproducte vorher zu condenſiren. Als

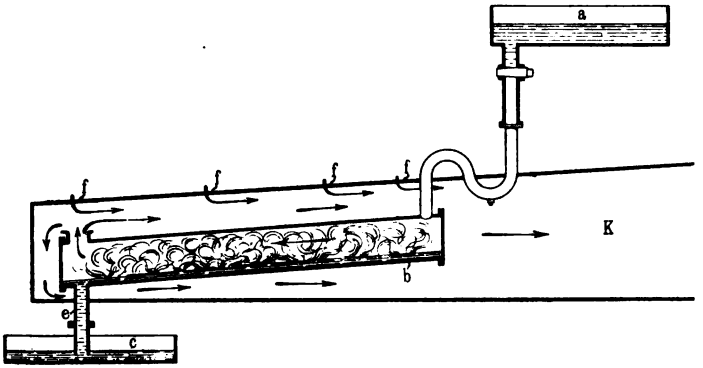
[1]) Engl. Pat. Nr. 22337, 9. Dec. 1899; D. R.-P. Nr. 127467; franz. Pat. Nr. 294306.

wertvolles Nebenproduct der Rußfabrikation erhält er in beiden Fällen ſtatt des minderwerthigen Koks Theerpech oder Aſphalt von beliebiger Beſchaffenheit.

In Fig. 62, 63 (a. vor. Seite) u. Fig. 64 ſind Verticalſchnitte verſchiedener Ausführungsformen des oben beſchriebenen Verfahrens zur Herſtellung von Ruß unter gleichzeitiger Benutzung der Abhitze dargeſtellt. In Fig. 62 u. 63 ſind die Behälter *A*, welche die zur Verrußung beſtimmten Theerdeſtillate enthalten, ſo unter oder vor der Deſtillationsblaſe *D* angeordnet, daß die Flamme des verbrennenden Materials gezwungen iſt, deren Außenwandung zu beſtreichen und ihre Hitze an ſie abzugeben, bevor ſie in die Kammer *K* entweichen, um dort den in ihnen enthaltenen Ruß abzulagern. Die aus der Retorte *D* entweichenden Dämpfe werden auf die bekannte Weiſe condenſirt und aufgefangen.

Um das Verfahren zu einem automatiſchen zu machen, hat man nur nöthig, das Condenſat entweder ganz oder theilweiſe in die Behälter *A* fließen und dort

Fig. 64.



zur Verbrennung gelangen zu laſſen, wodurch gleichzeitig auch die Aufſicht über die ganze Apparatur außerordentlich vereinfacht wird.

Die unter der Blaſe entweichenden Rauchgaſe treten durch den Canal *K* in eine ſich anſchließende Condenſationsanlage, um dort den in ihnen enthaltenen Ruß ſo vollkommen als möglich abzugeben.

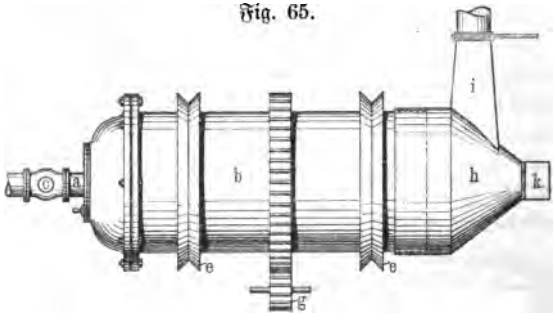
Statt die durch die Abhitze aus der Beſchickung der Deſtillationsblaſen ausgetriebenen Deſtillate erſt zu condenſiren und in flüſſiger Form unter den Blaſen zur Verbrennung zu bringen, kann man auch, und zwar auf einfachere und ökonomiſchere Weiſe, dem Apparat eine Conſtruction geben, wie ſie in Fig. 64 dargeſtellt iſt. Hier fließt der Theer oder ein dieſem ähnliches Material aus einem Reſervoir *a* durch ein Rohr mit hydrauliſchem Verſchluß in einen von außen geheizten, in ſeiner Lage geneigten cylindriſchen Keſſel *b*, an deſſen Wandfläche es niederfließt und ſeine Deſtillationsproducte aus einer oder mehreren, an der oberen Seite des Cylinders angebrachten Oeffnungen entweichen läßt. Indem ſich dieſe Dämpfe mit der durch die Oeffnungen *f* des den Cylinder umgebenden Mantels einſtrömenden Luft vermiſchen, gelangen ſie zur Entzündung und verbrennen zu Ruß, welcher ſich in der ſich anſchließenden Kammer *K* abſetzt. Die Abhitze wird ſofort wieder zur Heizung der Retorte *b* verwendet, ſo daß mit Ausnahme des

zur Inbetriebsetzung erforderlichen Brennmaterials jeglicher Aufwand für die Heizung in Wegfall kommt.

Der nicht zur Verbrennung gelangende Theil des Theers ꝛc., wie Pech u. dergl., fließt durch einen an tiefster Stelle des Cylinders angebrachten Stutzen *e* continuirlich nach einem Sammelgefäß *c*, aus welchem er seiner weiteren Bestimmung zugeführt wird. Dies letztere Verfahren hat also vor dem ersten noch den Vorzug der Continuität voraus und mithin auch den der größeren Billigkeit. Ob es aber mit jenem auch den Vorzug der Betriebssicherheit theilt, muß vorläufig fraglich erscheinen.

Von diesem Verfahren unterscheidet sich wesentlich dasjenige der Kölner Rußfabriken Actiengesellschaft[1]). Während bei jenem die Ausscheidung des Pechs in der allgemein bekannten Weise durch Destillation des Steinkohlentheers in einer Retorte, welche hier als eine schräg liegende Röhre angeordnet ist, erfolgt, die überdestillirenden Kohlenwasserstoffe aber in dem die Retorte um-

Fig. 65.



schließenden Heizraum einer unvollkommenen Verbrennung unterworfen werden, wird bei diesem Verfahren der Theer selbst einer unvollständigen Verbrennung ausgesetzt, wobei ebenfalls Pech und Ruß gleichzeitig gewonnen werden.

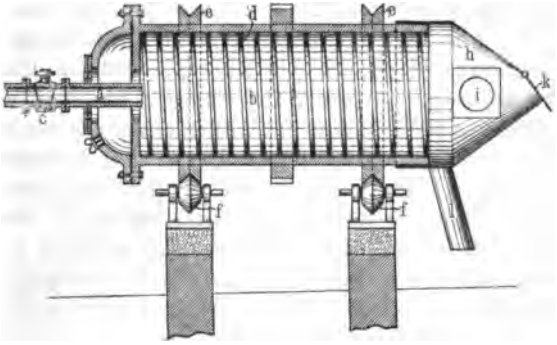
Das Verfahren besteht im Wesentlichen darin, daß der zur Entzündung gebrachte Theer, während er sich im Verbrennungsofen befindet, einer fortwährenden geeigneten Bewegung unterworfen wird. Diese Bewegung muß so regulirt werden, daß die Temperatur im Verbrennungsraume nicht zu hoch steigt, damit der sich bildende Ruß nicht verbrennt. (? Beschränkung der Luftzufuhr! K.)

Ein zur Ausführung dieses Verfahrens dienender Ofen ist in Fig. 65 in Längsansicht und in Fig. 66 (a. S. 149) im Längsschnitt abgebildet. Der aus einem Vorrathsbehälter kommende, durch eine Rohrleitung *a* zugeführte Theer gelangt in den Ofen *b*. Die Zuführung des Theers kann durch einen in die Rohrleitung eingesetzten Hahn *c* oder in sonst passender Weise geregelt werden. Auch kann an dem Einführungsende ein Zünder in beliebiger Art vorgesehen werden, um die Entzündung des Theers zu bewirken. Der zweckmäßig in Form eines Cylinders ausgeführte Ofen *b* besitzt im Innern eine Spirale *d* mit geringer Neigung, welche auswechselbar angeordnet ist. Sie ist übrigens nicht unbedingt erforderlich

[1]) Oesterr. Pat. Nr. 12619, 15. Febr. 1903.

und kann gegebenen Falls auch ganz in Fortfall kommen. Mittels der Laufkränze *e e* ruht der Cylinder auf entsprechend gestalteten Laufrollen *f, f*. Der Cylinder wird mittels eines Zahnrades oder anderen geeigneten Vorgeleges um seine Längsachse gedreht. Die Neigung des Cylinders ebenso wie die Umdrehungsgeschwindigkeit desselben können den jeweiligen Verhältnissen entsprechend gewählt werden. An das Ausgangsende des Cylinders schließt sich luftdicht eine Haube *h* an, welche die Bewegungen des Cylinders nicht mitmacht. Die Haube ist durch eine Leitung mit den Absonderungskammern für den erzeugten Ruß verbunden und mit einer Ableitung *l* für den als Pech zu bezeichnenden unverbrannten Theer. Außerdem ist sie mit einer Thür *k* versehen, welche die Besichtigung des Innern des Ofens und der Haube auch während des Betriebes gestattet und daneben als Sicherheitsventil dient. Es ist zweckmäßig, die Haube so anzubringen, daß sie von dem Ofen zurückgezogen werden kann, um letzteren bequem reinigen zu können. Die Form des Ofens, sowie die Art seiner Bewegung kann beliebig geändert

Fig. 66.



werden, ohne daß dadurch das Wesen der Erfindung geändert würde. So kann man z. B. den Cylinder *b*, anstatt ihn vollständig zu drehen, eine schaukelnde Bewegung um seine Längsachse ausführen lassen.

Der Verlauf des Betriebes mit diesem Apparat gestaltet sich wie folgt: Der durch das Rohr *a* zugeführte Theer wird bei seinem Eintritt in den Ofen zur Entzündung gebracht und der Ofen dann in drehende oder schaukelnde Bewegung versetzt. Kommt eine Schnecke im Innern des Cylinders zur Verwendung, so wird durch diese bei Drehung des Ofens der brennende Theer dem Ausgangsende zubefördert; durch die gewählte Steigung der Schnecke und die Umdrehungsgeschwindigkeit des Cylinders wird die Fortbewegung des Theers geregelt. Durch das Abbrennen der ersten Theerbeschickungen des Ofens wird die Temperatur so weit erhöht, daß sich die leichten Kohlenwasserstoffe aus dem nachfließenden Theer verflüchtigen und gleichzeitig entzünden. Wenn hierbei die Temperatur nicht über die zur Destillation leichter Kohlenwasserstoffe erforderliche Höhe steigt, so verbrennt bei beschränktem Luftzutritt im wesentlichen nur der Wasserstoff der leichten Kohlenwasserstoffe, während der größte Theil des Kohlenstoffs sich als Ruß abscheidet. Die schweren Kohlenwasserstoffe, die das Pech darstellen, bleiben unverbrannt zurück. Der erzeugte Ruß wird durch die Haube *h* und die Leitung *i* nach

den Rußkammern geführt und schlägt sich dort nieder; das Pech dagegen fließt durch die Oeffnung und den Rohrstutzen *l* ab und wird am besten unter Wasser aufgefangen. Um die Temperatur in den gewünschten Grenzen zu halten, bedient man sich einer Reihe von Vorrichtungen: Zunächst läßt sich die Menge des dem Ofen zugeführten Theers durch den in die Rohrleitung eingesetzten Hahn in jedem Augenblick verändern und genau bestimmen; ebenso bestimmt sich die Menge des abfließenden Pechs und damit die Zeitdauer seines Verbleibens im Ofen nach seiner Umdrehungsgeschwindigkeit, die sich beliebig einstellen und reguliren läßt. Diese Drehung bewirkt aber ferner eine gleichmäßige Temperatur in allen Teilen des Ofens und eine stärkere Abkühlung von Außen. Endlich unterliegt, wie bei jeder Rußfabrikation, die Menge der zur unvollständigen Verbrennung zuzulassenden atmosphärischen Luft einer genauen Regelung.

Unleugbar ist das Verfahren in seinen Einzelheiten gut ausgedacht, ob es aber dem vorher besprochenen Wegelin'schen überlegen sein wird, möchten wir vorerst noch bezweifeln. Nach Russig[1]) scheinen die Oefen noch nicht richtig zu functioniren und es finden häufig Explosionen in Folge des Wassergehalts des Theers statt. Das läßt sich ja allerdings durch eine vorherige Entwässerung des Theers vermeiden, scheint aber bei der viel einfacheren Construction des Wegelin'schen Ofens von geringerer Bedeutung zu sein, weil eben bei diesem Apparat die Beheizung des Materials von Außen erfolgt und nur die Dämpfe — und zwar getrennt von dem zu verarbeitenden Theer — zur Verbrennung gelangen. Sicherlich wird auch nach dem Verfahren von Wegelin ein besseres Pech erzielt werden, denn die Gefahr ist nicht ausgeschlossen, daß bei der Verbrennung des Theers selbst dennoch eine theilweise Verkokung desselben an der Oberfläche Platz greift, ganz abgesehen davon, daß durch die rotirende Bewegung der Trommel fortwährend eine neue Oberfläche des Pechs geschaffen wird, welche reichlich Gelegenheit findet, aus den sie umgebenden Rußgasen fein vertheilten Kohlenstoff aufzunehmen, wodurch die Qualität des entfallenden Pechs in Bezug auf seine Bindefähigkeit in der Brikettfabrikation gleichfalls nur verschlechtert werden kann.

G. Wegelin[2]) hat dann später sein Verfahren noch vereinfacht und verbessert. Durch das engl. Pat. Nr. 22 337 aus dem Jahre 1879 hat er (vergl. Fig. 64) einen Apparat zur Herstellung von Ruß bekannt gegeben, welcher hauptsächlich aus einem, den Theer enthaltenden Behälter und einer diesen umgebenden, mit Oeffnungen für den Hindurchtritt frischer Verbrennungsluft versehenen Verbrennungskammer besteht. Diese Einrichtung ist nach der Patentanmeldung W. Nr. 21 238 unter erheblicher Vereinfachung durch den Fortfall eines Theiles und die Verlegung des Restes des sehr stark unter der großen Hitze der Verbrennungsflamme leidenden Theerbehälters nach vorne hin zur Herstellung von Ruß nutzbar gemacht worden. Zu gleicher Zeit läßt sich damit gegenüber den seither bekannt gewordenen Oefen für den gleichen Zweck der wesentliche Vortheil erzielen, daß ein Ueberdestilliren unverbrannter Stoffe in die Rußkammern, also die Gewinnung eines feuchten Rußes, nicht mehr vorkommt. Dieser Nachtheil besteht für die

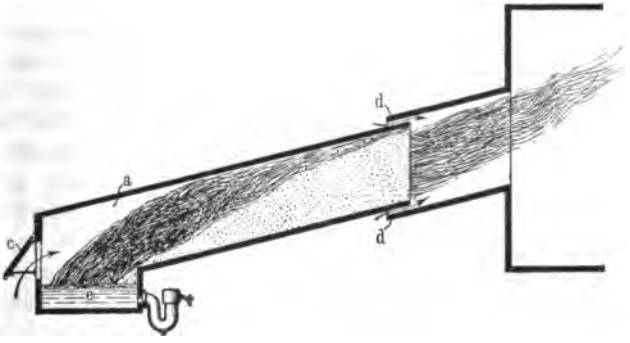
---

[1]) Asphalt- u. Theerind.-Ztg. 1904, Nr. 16. — [2]) D. R.-P.-A. W. Nr. 21 238, Kl. 22, 1903.

gebräuchlichen Oefen um deswillen, weil die nur vorne an der Feuerthür eintretende Verbrennungsluft nicht bis zu den hinteren Theilen der Verbrennungskammern gelangen und die nach dort entwichenen Destillationsproducte zu Ruß verbrennen kann.

In Fig. 67 ist die neue Construction schematisch dargestellt. Dem zur Verbrennung gelangenden Theer, Oel oder dergl., der sich in der im vorderen Theile des Ofens *a* untergebrachten Vorrichtung *e* befindet, wird die Verbrennungsluft durch Thüren, Klappen oder ähnliche Einrichtungen *c* zugeführt. Bei der unvollständigen Verbrennung entweicht ein Theil des Materials aus den rückwärtigen Parthien desselben in unverbranntem Zustande nach den Rußkammern und wird vorher, ähnlich wie im engl. Pat. Nr. 22337 von 1899 durch die Kammeröffnungen *f* (Fig. 64) durch eine, beispielsweise durch den ringförmigen Spalt *d* ermöglichte Luftzuführung zur Verbrennung gebracht, so daß bei sehr wirthschaftlicher Arbeit gleichzeitig ein sehr reiner Ruß erzielt wird.

Fig. 67.



Man vergleiche übrigens auch die D. R.-P.-A. W. Nr. 20709, 1903, Zusatz zu D. R.-P. Nr. 127467, als österreichisches Patent ertheilt unter Nr. 21123. Nach der englischen Patentschrift Nr. 13837, aus dem Jahre 1903, soll das Destillationsmaterial durch Einführung von überhitztem Dampf, Kohlensäure, Rauchgase ꝛc. oder durch mechanische Rührvorrichtungen in fortwährender Bewegung gehalten werden; ein österr. Pat. Nr. 14038 (1903) schützt das Eintreiben von Verbrennungsluft direct in den heißen Theer und Verbrennen der Mischung derselben mit dem Destillat oberhalb der siedenden Flüssigkeit zu Ruß, sowie eine Vorrichtung für diesen Zweck.

Das alte Problem, die Verbrennungswärme bei der Rußfabrikation zur Erzeugung von Dampf auszunutzen, sucht C. H. Davey[1]) aufs Neue zu lösen. Er verlegt die Verbrennungskammer für Kreosotöl, Theer oder dergl. in das Flammrohr eines Dampfkessels und leitet die Rauchgase in übereinander liegende Kammern zur Condensation; der als Kühlmantel vorgesehene Dampfkessel regelt gleichzeitig die Temperatur in der Verbrennungskammer und liefert den zum Betrieb der Fabrikation erforderlichen Dampf. Es ist schon früher (S. 35) dar-

[1]) Engl. Pat. Nr. 29141, 1904.

auf aufmerksam gemacht worden, daß eine derartige Verwendung der Abhitze bei dem unterbrochenen Betriebe der Rußfabrikation kaum rationell durchführbar ist; in wie weit im vorliegenden Falle die Sache sich günstiger gestaltet, geht aus der Patentschrift nicht hervor.

Auf ein älteres Verfahren zur industriellen Gewinnung von Ruß aus Destillationsproducten von A. Pidelasserra[1]), sowie auf die amerikanischen Patente Nr. 146 951 und 210 672 soll hier nur verwiesen werden.

Dagegen müssen wir noch der Bestrebungen gedenken, welchen ein Einfluß auf die besonderen Eigenschaften des zu gewinnenden Rußes zu Grunde liegt. Es ist schon früher erwähnt worden, daß für die verschiedenen Verwendungszwecke Ruße von sehr verschiedenen Eigenschaften verlangt werden. So wird z. B. in der Wachstuchfabrikation ein sehr fetter, also mit Empyreuma beladener Ruß vorgezogen; für die Lack- und Tuschefabrikation soll der Ruß flockig und specifisch leicht sein, während die Fabrikation elektrischer und galvanischer Kohlen umgekehrt einen sehr dichten und specifisch schweren Ruß erfordert. Allen diesen Anforderungen schon von Vorhinein Rechnung zu tragen, bietet nun mancherlei Schwierigkeiten; verhältnißmäßig leicht ist es, auf einen flockigen, specifisch leichten, oder fetten Ruß hinzuarbeiten, aber schwieriger, einen Ruß herzustellen, der den Anforderungen der Bogenlichtkohlen-Industrie genügt.

Fig. 68.

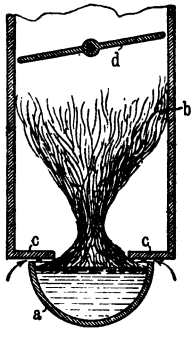


Fig. 69.

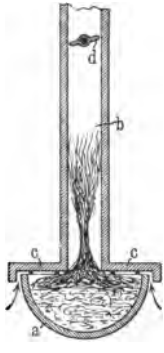
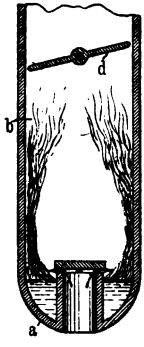


Fig. 70.



Hier hat man sich seither durch eine forcirte Beschickung der Oefen mit Brennmaterial und nicht immer mit dem erwünschten Resultat zu helfen gesucht; nach G. Wegelin ist es dabei aber eine keineswegs seltene Erscheinung, daß die schweren Flammen- und Verbrennungsgase wegen des an und für sich sehr engen, bezw. flachen Querschnittes des Ofens und Abzugscanals nicht schnell genug, oder wenigstens nicht auf einmal in genügender Weise in die hinteren, gemauerten Kammern entweichen können und daher häufig mit großer Gewalt vorn zum Ofen an der Beschickungsthür herausschlagen und so das Bedienungspersonal des Ofens nicht wenig gefährden.

G. Wegelin[2]) hat nun ein Verfahren zur Herstellung von specifisch schwerem Ruß sich patentiren lassen, bei welchem nicht nur der letzte Uebelstand vermieden ist, sondern bei dem auch der Endzweck in weit sicherer Weise und unter erheblich vermindertem Materialverbrauch der Hauptsache nach erreicht wird. Das Verfahren besteht darin, daß auf die Verbrennungsflamme ein

[1]) Span. Pat. vom 30. Juni 1888. — [2]) D. R.-P. Nr. 105 633.

allseitiger Druck, sei es nun direct unter Anwendung von Preßluft oder durch eine geeignete, ringförmige Luftzuführung, ausgeübt, wird. Es wird dadurch gewissermaßen eine Einschnürung des Flammenquerschnittes und als Folge der hierdurch inmitten des Flammenkegels selbst erzeugten enormen Hitze ein Zusammenpressen der einzelnen leichten Kohlenstoffatome in die specifisch schwere Modifikation erreicht, so daß sich die letztere in den Kammern sofort abscheidet.

In Fig. 68 bis 70 (a. vor. Seite) sind verschiedene Formen für die Ausführung der Vorrichtung zur Herstellung von specifisch schwerem Ruß dargestellt. Das zur Verrußung bestimmte Material wird, wenn es ein festes oder flüssiges ist, einem Behälter *a*, falls es aber ein gasförmiges ist, einem geeigneten Brenner entweder continuirlich oder periodisch zugeführt und zur unvollkommenen Verbrennung gebracht. Um nun durch eine geeignete Luftzuführung einen Druck auf die Verbrennungsflamme auszuüben, ist dicht über dem Behälter *a*, also auch in unmittelbarer Nähe der Flammenbasis zwischen Behälter und Ofen *b*, ein ringförmiger, schmaler Luftspalt angeordnet, in welchen die Luft mit großer Geschwindigkeit eintritt und in nahezu horizontaler Richtung auf die Verbrennungsflamme stößt,

Fig. 71.

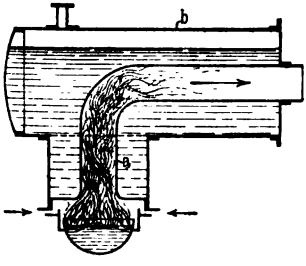
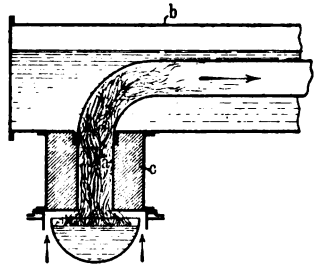


Fig. 72.



wodurch die letztere derartig zusammengepreßt wird, daß durch die Einschnürungsstelle ein Doppelkegel entsteht. Gleichgültig für die Wirkung der Vorrichtung ist es hierbei, ob, wie in der Ausführungsform, Fig. 68, die Verengung des Flammenquerschnittes durch einen winkelförmigen Einbau der Ofenwandung *c* dicht über dem Luftspalt, oder wie in der durch Fig. 69 gegebenen Ausführungsform, durch eine Verengerung des Ofenquerschnittes selbst begünstigt wird; der Druck auf die Verbrennungsflamme läßt sich ebenso leicht auch durch eine innere Einwirkung auf dieselbe, wie beispielsweise in Fig. 70, hervorbringen. Dies kann zweckmäßig durch ein in die Mitte des Behälters einmündendes Luftzuführungsrohr geschehen, aus welchem die Luft in das Flammeninnere durch den ringförmigen Luftspalt kraterförmig entweicht.

Durch Anwendung von Preßluft kann man die geschilderten Wirkungen naturgemäß ganz erheblich verstärken; eine Regulirung der Preßluft ließe sich hierbei leicht durch geeignete Vorrichtungen, wie Klappen *d*, Schieber ꝛc. erzielen. Durch ein Zusatzpatent[1]) erweiterte später G. Wegelin das vorstehend beschriebene Verfahren dahin, daß die Aenderung des Hitzegrades der Verbrennungsflamme in

[1]) D. R.-P. Nr. 114 220, Zusatz zu Nr. 105 633.

der Weise geschieht, daß derselben von Außen her, oberhalb der Flammenbasis ein Theil ihrer Wärme entzogen wird und zwar durch Ableitung an geeignete, um den Verbrennungscanal gelagerte Medien, so daß dadurch eine Abkühlung der Flamme und eine hieraus resultirende Verringerung der specifischen Schwere des erhaltenen Rußproductes erreicht wird.

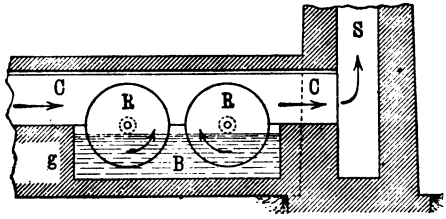
Soll die Verminderung der specifischen Dichte des Rußes sehr groß sein, so muß auch die Flamme entsprechend stark abgekühlt werden, und es empfiehlt sich dann, als die Hitze aufnehmenden Wärmeleiter, ähnlich wie dies schon in dem auf S. 33 beschriebenen Rußofen ausgeführt und in den verschiedenen Lampenrußapparaten zur Anwendung gelangt ist, Wasser zu verwenden. In Fig. 71 ist diese Vorrichtung im Princip veranschaulicht; die Wärme tritt direct von der Flamme durch den Ofenmantel *a* hindurch an die im Kessel *b* befindlichen Wassermengen. Ist indessen eine geringere Erniedrigung des specifischen Gewichts erwünscht, so darf die Abkühlung der Verbrennungsflamme auch keine so intensive sein und man schaltet daher vortheilhaft zwischen der Rußflamme und dem als Wärmeleiter dienenden Wasser eine Schicht *c* Fig. 72, aus feuerfestem, die Wärme schlecht leitendem Material ein. In wie weit der beabsichtigte Zweck bei den beiden Patenten erreicht wird, ist nicht bekannt geworden.

Große Fortschritte sind auch in der vollkommenen

Condensation des Rußes

zu verzeichnen, wodurch einerseits eine bessere Ausbeute erzielt, andererseits die Belästigung der Nachbarschaft der Rußfabriken auf ein Minimum beschränkt worden ist. Wir haben bereits die Fangvorrichtungen von O. Thalwitzer und der Firma Alphons Custodis, Actiengesellschaft für Essen- und Ofenbau, erwähnt, über deren Einrichtung uns indessen nichts weiter bekannt geworden ist. Eine große Reihe von Vorschlägen beziehen sich auf das Niederschlagen von Hüttenrauch und Rauchgasen überhaupt, ohne specielle Rücksicht auf die Rußfabrikation.

Fig. 73.



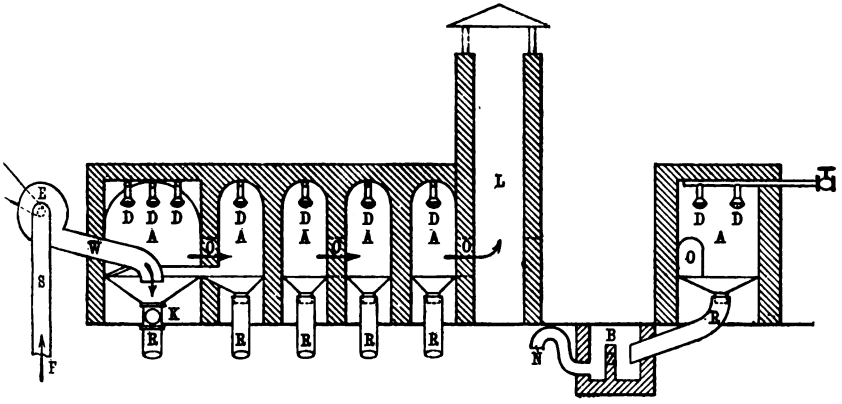
Wir geben in Folgendem einige der in Vorschlag gebrachten Anordnungen wieder, soweit sie sich direct auf unseren Gegenstand beziehen, oder von denen angenommen werden darf, daß sie dem in Rede stehenden Zweck entsprechen werden.

A. A. F. Gontard[1]) bringt am Ende des Rauchcanals *c* (siehe Fig. 73) vor dessen Einmündung in den Schornstein *S* ein Bassin *B* mit Wasser oder einer geeigneten chemischen Flüssigkeit an, mit einer oder mehreren Gruppen von zur Hälfte in diesen Flüssigkeiten langsam rotirenden und dadurch sich selbst benetzenden Scheiben *R*, über welche die Rauchgase hinwegstreichen müssen, damit die in ihnen suspendirten Rußtheilchen an diesen hängen bleiben und von der Flüssigkeit aufgenommen werden. Wie man sieht, ist hier der ganz gleiche Gedanke verwerthet worden, welcher bei den in der Gasfabrikation verwendeten Standard-Waschern

[1]) D. R.-P. Nr. 34324, 1885.

zu ſo großen Erfolgen geführt hat. Da der erforderliche Zug in den Rußöfen durch eine ſolche Vorrichtung nur wenig beeinflußt wird, dürfte ſie auch im vor-

Fig. 74 u. 75.

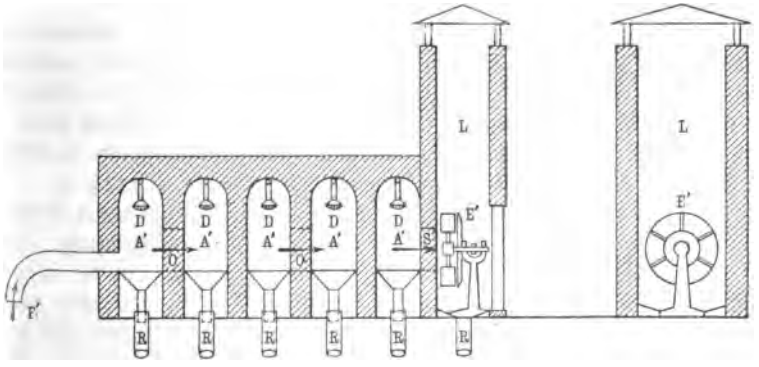


liegenden Falle, wenn ſtatt des Waſſers eine die Rußflocken benetzende Flüſſigkeit, wie ſchweres Theeröl, Paraffinöl u. dergl. benutzt wird, ihrem Zweck vollkommen entſprechen.

Eine andere Einrichtung, die ſchon auf S. 38 andeutungsweiſe erwähnt wurde, iſt A. Lindner[1]) patentirt worden und befindet ſich auf deſſen Rußfabriken in Weißenfels mit vollkommenem Erfolge im Betrieb. Dieſelbe, Fig. 74 bis 77, beſteht:

1. aus einer Anzahl ſich aneinander ſchließender, maſſiver, gewölbter Kammern A bezw. A' von einer, den jeweiligen Verhältniſſen entſprechenden Höhe und

Fig. 76 u. 77.



einer Grundfläche von doppelter oder mehrfacher Länge als Breite. Dieſe Kammern ſind durch am Boden angebrachte und gegen einander verſetzte Oeffnungen O

[1]) D. R.-P. Nr. 47907. 1888.

von etwa 60 cm Breite und etwa 80 cm Höhe mit einander verbunden, so daß dieselben bequem befahren werden können.

2. Aus einem, an einer Längsfront des ganzen Kammersystems sich hinziehenden Schlammbassin *B* aus Eisen oder dichtem Mauerwerk, das durch eine, bis zur halben Höhe reichende, in der Längsrichtung liegende Zunge *z* (Fig. 75) in zwei Abtheilungen getheilt wird. Dieses Schlammbassin ist so tief angebracht, daß ein Abfluß aus den Kammern durch die unterirdischen Röhren *R* keine Störung erleiden kann. Nahe am Boden der nach Außen liegenden Abtheilung ist durch die Außenwand des Bassins ein Ueberlaufrohr *N* angebracht, welches einen hinreichenden Abfluß gestattet, um dem Ueberlaufen des Bassins vorzubeugen.

3. Aus einer an der Decke jeder einzelnen Kammer befindlichen, hinreichend weiten, den Umständen entsprechend mit zwei oder mehreren Brausen *D* versehenen Rohrleitung (Fig. 74, 75 und 76), durch welche in Verbindung mit einer Hochdruckwasserleitung oder einer Dampfleitung in jeder Kammer ein feiner Staubregen hervorgebracht werden kann.

4. Aus der Schlußkammer *L* (Fig. 74, 76 u. 77) am Ende des Kammersystems zur Aufnahme und Ausströmung der von Ruß befreiten Verbrennungsgase.

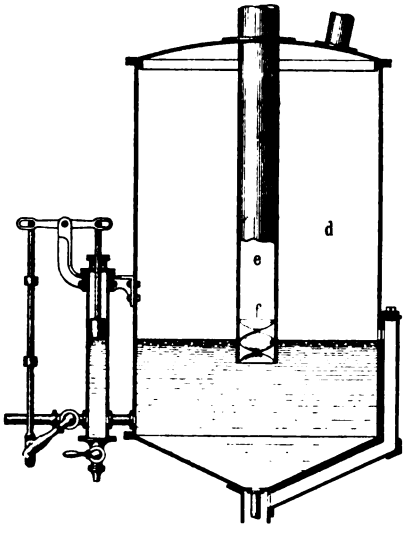
5. Aus dem Exhaustor *E* bezw. *E'* (Fig. 74, 76 u. 77) der den Verhältnissen entsprechend am Anfang oder Ende des Kammersystems angeschlossen ist.

Welche Anordnung des Exhaustors man treffen will, richtet sich lediglich nach der Schnelligkeit des Abzugs der Verbrennungsgase, die erreicht werden soll, oder der Natur der Verbrennungsgase. Befürchtet man eine rasche Zerstörung des Exhaustors durch die Gase, so ordnet man diesen bei *E'* (Fig. 76 u. 77) an und verwendet in diesem Falle einen sog. offenen Exhaustor, dessen Saugrohr *S'* man in die letzte Kammer einführt; man hat dabei eine größere Anzahl von Kammern nöthig, weil die Circulation der Luft in den einzelnen Kammern in diesem Falle eine weniger vollkommene ist. Ist dies nicht der Fall, so ordnet man den Exhaustor bei *E* (Fig. 74) an und giebt der ersten Kammer einen quadratischen Querschnitt. Der trichterförmige Boden derselben wird etwas tiefer construirt und so eingerichtet, daß beim Ueberfließen desselben ein Abfluß nach der nächsten Kammer stattfindet. Das Abflußrohr *R* ist in diesem Falle mit einer Drosselklappe *K* geschlossen, die nur dann geöffnet wird, wenn der Trichter mit Schlamm gefüllt und eine Entfernung dieses letzteren erforderlich ist.

Man füllt das Schlammbassin *B* (Fig. 75) bis zu vollständiger Bedeckung der Scheidewand *Z* mit Wasser und setzt den Exhaustor in Bewegung. Dabei läßt man in die erste Kammer durch die Brausen Dampf, in die folgenden Wasser eintreten. Durch den Dampf soll nun der Ruß so angefeuchtet werden, daß er in den folgenden Kammern von dem Wasser des Sprühregens leicht benetzt und zu Boden geschlagen wird. Das Schlammbassin wird sich bald bis zur Höhe des Ueberfallrohres füllen und die specifisch leichteren und unlöslichen Bestandtheile des Rauches werden sich an der Oberfläche des Wassers abscheiden und können während des Betriebes leicht abgehoben, oder, was wohl einfacher wäre, auf einem dazwischen geschalteten, offenen Filter gesammelt werden.

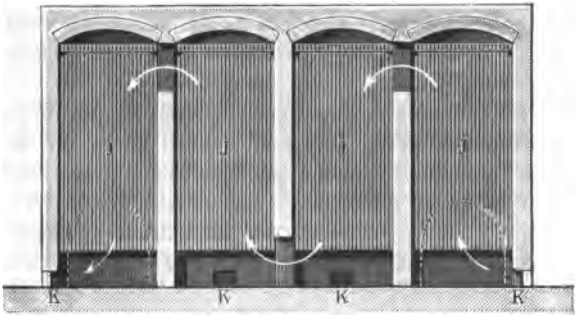
Den gleichen Gegenſtand behandelt auch ein Patent von P. Dewey[1]); er benutzt Flüſſigkeiten und Löſungen, welche den Ruß benetzen, wie ungereinigtes Erdöl, Verbindungen deſſelben mit Säuren und Salzen, Alkohole, Wachs, Fett, Harze, Terpentin, Schwefelkohlenſtoff (?) und beſtändige, eintrocknende oder ätheriſche (!) Oele. Der Rauch ſoll über dieſelben hinſtreichen, durch dieſelben geleitet werden oder ſie ſollen mittelſt einer Brauſe in dem Raume, den der Rauch paſſirt, vertheilt werden.

Fig. 78.



L. Rößler u. H. Reinhard[2]) bringen die Rauchgaſe in einem geſchloſſenen Rohre in wirbelnder Bewegung unter die Oberfläche einer Flüſſigkeit, ſo daß eine innige Vermiſchung von Gaſen und Flüſſigkeit erzielt wird. Zur Ausführung des Verfahrens dient die in Fig. 78 dargeſtellte Vorrichtung. An dem in die Flüſſigkeit eintauchenden Ende des Zuführungsrohres *e* iſt ein ſchraubenförmiger Einſatz *f* angebracht, welcher die eingepreßten Rauchgaſe mit dem Waſſer in eine kreiſende Bewegung bringt. Die abſorbirende Flüſſigkeit, welche auch aus Oel oder dergl. beſtehen kann, befindet ſich in einem geſchloſſenen Gefäß *d*.

Fig. 79.



Auf reiner Oberflächenwirkung durch eine enorme Vergrößerung des mechaniſchen Widerſtandes ohne beſondere Hemmung des Zuges beruht ein Verfahren von Röſing[3]), das allerdings in erſter Linie für das Fangen von Flugſtaub bei metallurgiſchen Proceſſen berechnet, doch auch in der Rußfabrikation von guter

[1]) D. R.-P. Nr. 51869, 1889; Engl. Pat. Nr. 14644, 1889. — [2]) D. R.-P. Nr. 54201, 1890. — [3]) Amer. Pat. Nr. 432440, 1890.

Wirksamkeit sich erweisen dürfte. In den Rauchkammern hängen, parallel zur Zugrichtung, sehr viele Drähte *J* (Fig. 79), 100000 Stück und mehr, an denen die abziehenden Gase entlang streichen und dabei den mitgerissenen Flugstaub oder Ruß absetzen; durch öfteres Schütteln mit einer geeigneten Vorrichtung wird derselbe bei abgestelltem Zuge zum Niederfallen gebracht, und durch Räumöffnungen *K* entfernt. Die Drähte hängen frei in an der Decke der Kammern ausgespannten Drahtnetzen.

D. J. Ogilvy[1]) endlich will den Ruß aus den Rauchgasen bei der Rußfabrikation ganz ohne Anwendung von Kammern, lediglich durch die Wirkung des Wassers niederschlagen. Eine, entweder in Bewegung befindliche[2]) oder stationäre[3]) rußende Flamme wird gezwungen, sich auf der Oberfläche von Wasser auszubreiten, welches eine passende Substanz (Aetznatron? K.) gelöst enthält, die im Stande ist, den sich ausscheidenden und von reinem Wasser nicht benetzt werdenden Ruß für Wasser empfänglich zu machen, so daß er in diesem zu Boden sinkt. Es ist nicht anzunehmen, daß eine derartige Einrichtung rationell sein kann, weil der ganze Ruß dabei in einer Form gewonnen wird, welche eines umständlichen Wasch- und Trockenprocesses bedarf, um eine verkaufsfertige Waare zu liefern.

Nach zuverlässigen Informationen finden in neuester Zeit die sog. Staubcollectoren immer größere und vortheilhaftere Verwendung zur Abscheidung des Rußes aus den Abgasen der Rußfabriken, namentlich seit es Louis B. Fiechter in Basel gelungen ist, die darin zur Verwendung kommenden Filter aus einem durch heiße Gase und saure Dämpfe nicht zerstörbaren Material und in solcher Ausführung herzustellen, daß sie durch den sich darauf anlegenden Ruß nicht verstopft werden können, bezw. sich dieser während des Betriebes ohne Störung entfernen und sammeln läßt. Man ist damit wieder zu einem alten Princip zurückgekehrt, dessen wir bereits mehrfach (z. B. S. 21, 32, 54, 65 u. s. w.) gedacht haben, dessen Nachtheile einerseits in fortwährenden Verstopfungen der Filter, andererseits in der raschen Zerstörung derselben durch die heißen und sauren (SO_2) Rauchgase bestanden.

Fiechter's[4]) maschenloses, unverstopfbares Filter umgeht alle diese Schwierigkeiten dadurch, daß als Material der unverbrennliche Asbest zur Geltung kommt, der aber nicht in Form eines Gewebes zur Anwendung gelangt, sondern als lose, verticale Fäden, die nur an ihrem oberen und unteren Ende durch einen schmalen Streifen (Webkante) mit einander verwoben sind und auf mechanischem Wege bis 15 Mal um eiserne Ringe aufgerollt werden. Das Filter kommt demgemäß nur in Schlauchform zur Verwendung, und da der Durchmesser des unteren Auflageringes größer ist als derjenige des oberen, erhält dasselbe, wie aus Fig. 80 S. 159) ersichtlich, eine konische Form.

Im Inneren des Schlauches befinden sich mehrere an Kettchen frei schwebende eiserne Reifen, welche den Zweck haben, den durch die zu entstaubende Luft auf der

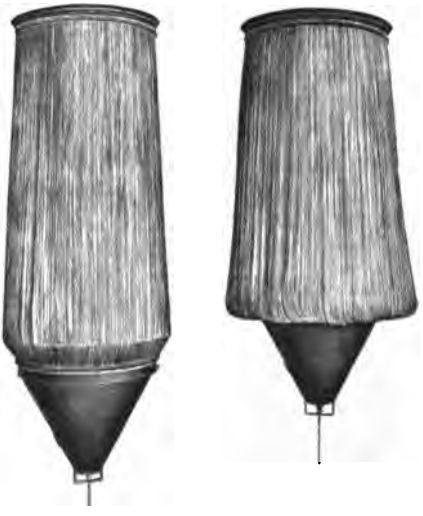
---

[1]) D. R.-P. Nr. 148258, 1902, gelöscht 1904. — [2]) Amer. Pat. Nr. 785696, 1905. — [3]) Amer. Pat. Nr. 785697, 1905. — [4]) Schweizer. Pat. Nr. 5455; Oesterr.-ungar. Pat. Nr. 8198/25485; D. R.-P. Nr. 68363 u. ff.

äußeren Fläche erzeugten Druck aufzunehmen und somit ein Aufschlitzen der parallel neben und hinter einander hängenden, gespannten Fäden zu verhüten. Der untere Anlegering des Filters ist zu einem eisernen Trichter mit Verschlußvorrichtung ausgestaltet, welcher einestheils den Zweck hat, die einzelnen Fäden durch sein Gewicht zu spannen, anderentheils, die beim Abreinigen des Filters nach innen gelangenden Staubtheilchen zu sammeln und dieselben durch den Verschluß nach Außen entfernen zu können.

Zur Reinigung des Filters von anhängendem Ruß wird der untere Theil desselben je nach Bedarf entweder durch eine einfache automatische Vorrichtung oder per Hand um 150 bis 200 mm gehoben, wodurch die verticalen Fäden entspannt sind. Vgl. Fig. 81. Durch plötzliches Fallenlassen des Trichters werden die Fadenschichten aus einander getrieben und in ihre normale Lage zurückgeschnellt, so daß der Staub so zu sagen aus den Fäden herausgepeitscht wird. Diese Operation geschieht auf mechanischem Wege und ist ohne jeden Einfluß auf die lange Haltbarkeit des Filtermaterials.

Fig. 80. Fig. 81.



Die quantitative Leistung des Fiechter'schen Filters ist für jeden Quadratmeter Filterfläche ungefähr 15 bis 30 cbm Staubluft, je nach deren Dichte, sowie der Natur des Staubes, und es werden dabei 85 bis 98 Proc. des darin enthaltenen Staubes, abgeschieden und wiedergewonnen. Entsprechend der geforderten Leistung werden die Filter mit einem Durchmesser von 200 bis 800 mm und einer Länge von 600 bis 1800 mm hergestellt.

Diese Filter, der wichtigste Bestandtheil der Fiechter'schen Patent-Staubcollectoren, sind in verticalen Blechgehäusen aufgehängt, die zu einem System von beliebiger Ausdehnung (s. Fig. 82 a. f. S.) combinirt werden können, durch welches die zu entstaubenden Gase mittelst eines Ventilators *V* oder Exhaustors entweder gesaugt (Saugfilter) oder gedrückt (Druckfilter) werden, so zwar, daß sie den Filtermantel von Außen nach Innen passiren müssen, ehe sie vollkommen entstäubt aus dem inneren Hohlraum entweichen oder weitergeführt werden.

In allen Formen dieser Staubcollectoren ist das System der Staub- und Lufttrennung dasselbe, während Durchmesser, Länge und Anzahl der Patent-Fiechterfilter sich nach den jeweiligen Verhältnissen richten, d. h. auf Grund der erhaltenen Unterlagen vorgeschlagen oder bestimmt werden.

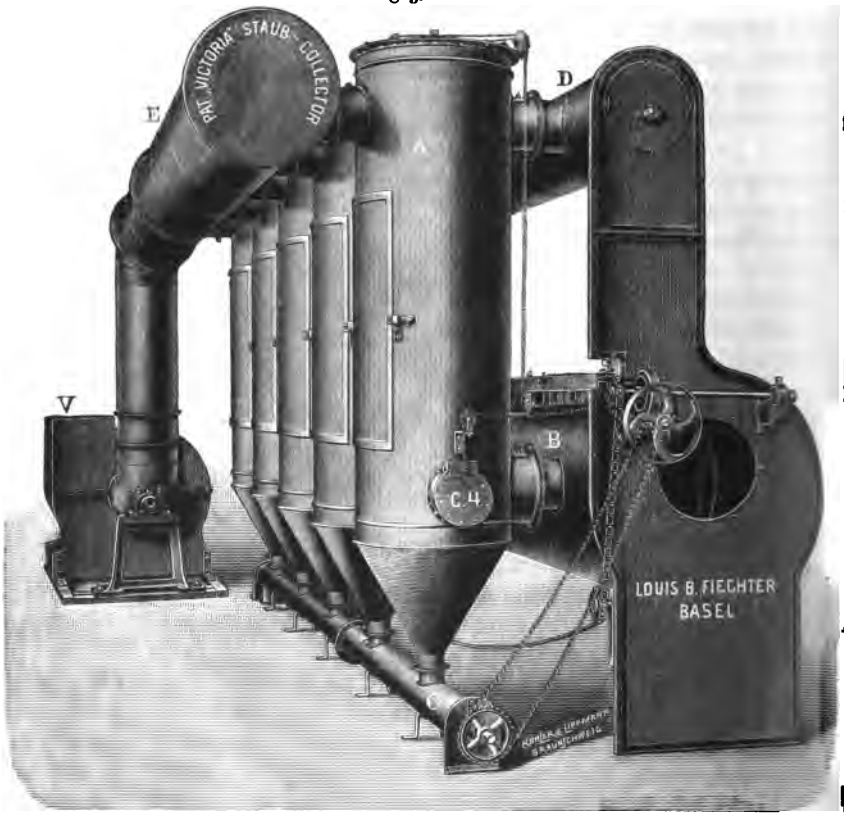
Wie bei der am meisten gebräuchlichen, hier durch Fig. 82 illustrirten Form für Saugluftfiltration sind zwei oder mehr Filter, in cylindrischen Blechgehäusen *A* aufgehängt, mit einem gemeinsamen Expansionskessel *B* verbunden. Dieser

Expansionskessel befindet sich entweder unter den Filtern, oder über oder neben den Filtern, wie in Fig. 82 dargestellt.

Der in Folge der Lufterpansion ausgeschiedene Staub, zumeist griffige Theile, sowie der von den Filtern gefangene feine bis unfühlbare Staub wird auf mechanischem Wege mit Hülfe von Transportschnecken *C* aus dem Collector befördert.

Die Entlastung und Abreinigung der Filter, sowie der Transport des collectirten Staubes erfolgt automatisch, und es ist dafür selbst bei den größten Anlagen

Fig. 82.



kein höherer Kraftaufwand als etwa $^3/_4$ PS erforderlich. Die Perioden, wann eine Reinigung der Filter bei regelmäßigem Betriebe erforderlich ist, ergeben sich erst nach der Inbetriebsetzung, und danach wird dann der Collector so eingestellt oder regulirt, daß eine Reinigung alle 15 bis 60 Minuten, in gewissen Fällen auch nur alle zwei bis drei Stunden erfolgt, entsprechend den in den Gasen vorhandenen Staubmengen. Die Reinigung geschieht wie folgt:

In einer eisernen Schiene oder Coulisse, in der Längsrichtung mit der Filterreihe verbunden und zwischen den eisernen Collectorenschildern und neben oder über

dem Expanſionskeſſel befeſtigt, bewegt ſich eine endloſe Gelenkkette, in welcher mehrere ſog. Mitnehmer eingegliedert ſind. Dieſe Mitnehmer haben die Aufgabe, in der Reihenfolge die Klappe des zur Abreinigung kommenden Filters zu ſchließen, dann den Filterhebel zur Abreinigung in Action zu bringen und ſchließlich die betreffende Klappe wieder zu öffnen. Bevor aber dieſe Klappe wieder geöffnet wird, bewirkt eine bei allen Formen der Fiechtercollectoren angebrachte einfache Vorrichtung das Abſaugen und das Zurückführen des nach dem Abſchütteln im Inneren des Filters ſchwebenden feinen und leichten Staubes direct nach dem gemeinſamen Expanſionskeſſel. Dies gilt für Druckluft- und für Saugluft-Filtrationscollectoren. Die Retourſtaub-Operation beanſprucht ca. 10 Secunden, ſie kann aber auch gekürzt oder verlängert werden, je nach der Natur des Staubes. Ohne dieſe Vorrichtung würde der ſchwebende Staub beim Wiederöffnen der Hauptklappe entweichen.

Es wird jeweils nur ein Filter zur Abreinigung ausgeſchaltet, ſomit nur ein Bruchtheil der verfügbaren Filterfläche für eine bis zwei Minuten außer Arbeit geſetzt. In ſehr großen Anlagen, d. h. bei zahlreichen Filtern, können zwei Filter ausgeſchaltet werden, jedenfalls aber nehmen in kleinen und großen Anlagen die übrigen, in Funktion bleibenden Filter die ganze Staubluftmenge auf, ſo daß eine Störung der erforderlichen Saugwirkung des oder der Ventilatoren ausgeſchloſſen iſt.

Alle Formen von Fiechter's Staubcollectoren ſind für Druckluft oder aber für Saugluftfiltration angeordnet. In Fig. 82 dient das engere Saugrohr *D* für die Retourſtaub-Operation, während zur Saugluftfiltration das Saugrohr *E* entweder zwiſchen den beiden Filterreihen oder vor den Filterreihen angeſchloſſen wird, um mit einem oder mehreren Ventilatoren direct verbunden zu werden.

Nicht unerwähnt wollen wir laſſen, daß die Fiechter'ſchen Staubcollectoren für Druckluftbetrieb bei entſprechender Erweiterung des Expanſionskeſſels ſich vorzüglich für das Ventiliren des Rußes eignen, eine Operation, die wir bereits auf S. 41 beſprochen haben und die für gewiſſe Verwendungszwecke des Rußes nicht umgangen werden kann. Sie entſprechen dieſem Zweck in viel vollkommenerer Weiſe, als die dort beſchriebene Vorrichtung.

Endlich hat auch O. Lodge[1]) ſeine, bereits auf S. 38 erwähnten Verſuche zur Condenſation des Rußes auf elektriſchem Wege fortgeſetzt. Um ſein Verfahren für größere Räume (Rußkammern) durchführbar zu machen, will er den Strom einer Dynamomaſchine verwenden, welche die durch kräftige Leydener Flaſchen verſtärkten Entladungen eines mächtigen Ruhmkorff'ſchen Apparates mit mechaniſch betriebenem Unterbrecher unterhalten ſoll. Er gedenkt auf dieſe Weiſe die Hauptquelle des namentlich in Fabrikſtädten ſo ſehr beläſtigenden Rauches beſeitigen zu können; doch muß es immerhin fraglich erſcheinen, ob man auf dieſem koſtſpieligen Wege auch nur einigermaßen ausreichende Ergebniſſe, beſonders auch im Rußbetrieb wird erzielen können.

---

[1]) L'Électricien 31, 231, 1906 durch Chem.-Ztg. 1906, Rep., S. 214.

b) Die Lampenrußfabrikation.

Verhältnißmäßig spärlich ist das Material, welches uns die Fortschritte in der Erzeugung von Lampenruß gebracht haben. Das mag zum Theil seine Ursache darin haben, daß die hier benutzte Apparatur schon seit langem einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht hat, ist zum Theil aber auch sicherlich darauf zurückzuführen, daß für das Massenproduct Flammruß ein viel größerer Markt vorhanden ist und wesentlich billigere Preise bezahlt werden.

Die neueren Apparate von E. Binney[1]), G. L. Cabot[2]) und S. L. Rhodes[3]) bieten wenig Bemerkenswerthes. Die Verfahren von Thalwitzer, Genthe, sowie Berger u. Wirth haben wir bereits an anderer Stelle gebührend erwähnt.

Unter den Lampenrußapparaten sind diejenigen mit rotirender Trommel zur Ablagerung des Rußes heute wohl ganz allgemein gebräuchlich. Der Firma Alphons Custodis, Actiengesellschaft für Essen- und Ofenbau in Düsseldorf, verdanken wir folgende freundliche Mittheilungen über die von ihr zur Ausführung gebrachten Anlagen. Im allgemeinen bestehen die Apparate aus eisernen Cylindern, welche über den Brennern rotiren und von Innen mit Wasser gekühlt werden. Auf der den Brennern gegenüber liegenden Seite sind Abstreicher oder Kratzer angebracht, welche den auf der gekühlten Metallfläche abgeschiedenen Ruß entfernen; dieser fällt in passend angebrachte Rinnen, von denen aus er durch Transportschnecken direct den Verpackungsgefäßen zugeführt wird. Jeder Apparat ist in ein Metallgehäuse eingebaut, so daß weder ein Verlust an Ruß nach dem Arbeitsraume, noch durch Verbrennung desselben an der atmosphärischen Luft stattfinden kann. Die Verbrennungswärme wird durch Entlüftungsrohre, welche mit Rußfängern versehen sind, nach einem Schornstein abgeführt.

Wie bei den Rußöfen, ist auch bei diesen Apparaten der größte Werth auf eine genaue Regulirbarkeit der Brenner sowie der Luftzufuhr gelegt und es kann auch der Zug durch Schieber aufs Genaueste eingestellt werden; gerade in diesem Punkte liegt das ganze Geheimniß einer rationellen Fabrikation. Die Regulirung der Luftzufuhr erfolgt durch Jalousien, welche so sorgfältig gearbeitet sind, daß die Luftzufuhr mit größter Genauigkeit auf das erforderliche Maß beschränkt werden kann, welches je nach der Natur des zu verbrennenden Materials verschieden ist. Im Wesentlichen entsprechen also diese Apparate der Construction, wie sie bereits auf S. 61 an einem amerikanischen Apparate beschrieben, oder wie sie von Dreyer (S. 63 u. 64) gegeben worden ist.

In liberalster Weise hat uns die Firma Custodis den Plan für eine Lampenrußfabrik nach ihrem System zur Verfügung gestellt, den wir durch die Fig. 83, 84 (S. 163 u. 164) u. 85 (S. 165) wiedergeben. Die Anlage ist für eine tägliche Production von 3000 kg Lampenruß aus Oel ohne vorherige Vergasung berechnet. Auf dem Grundriß Fig. 85, sowie auf dem Schnitt Fig. 84 ersehen wir an beiden Längsseiten des Fabrikgebäudes *A* je einen kleinen Anbau *B*, welcher zur Aufnahme der Oelbehälter *a* dient. Die rotirenden Rußapparate *b* sind an beiden

[1]) Amer. Pat. Nr. 453076, 1891. — [2]) Amer. Pat. Nr. 491923, 1893. — [3]) Amer. Pat. Nr. 497686, 1893.

Längsseiten des Hauptgebäudes *A* reihenweise neben einander aufgestellt und ein jeder derselben ist mit zwei Rußfängern *c* (Fig. 83 u. 84) versehen, aus denen die Abhitze durch die gemeinschaftlichen Rohre *d* nach den Kaminen *e* geführt wird. Jeder Apparat besitzt seitlich einen Abfallstutzen *f*, in welchem die Transportschnecke liegt, die den abfallenden Ruß direct in die Packfässer befördert, welche, nachdem sie gefüllt, durch Karren auf dem Geleise *g* (Fig. 85) nach dem Lagerraum geschafft werden. In Fig. 84 sieht man bei *h* die in der Mitte des Raumes liegende Transmission, welche sämmtliche Apparate vermittelst des Antriebes *k*, welcher mit einer Ausrückvorrichtung versehen ist, in Bewegung setzt. In gleicher Weise betreibt die Transmission bei *i* auch die erwähnten Transportschnecken.

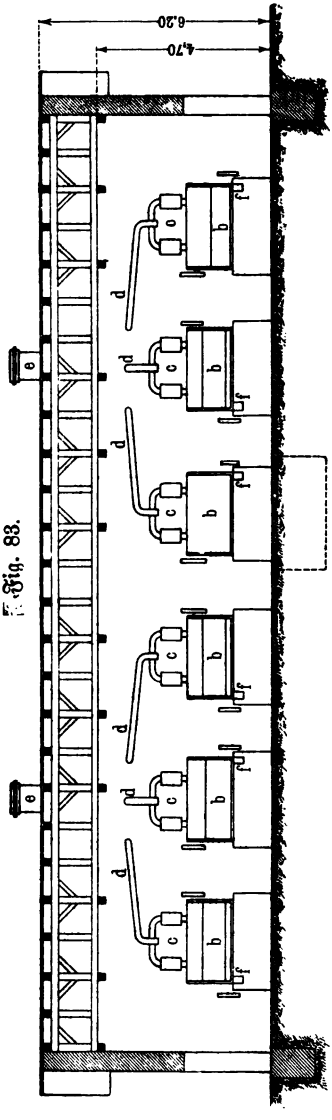


Fig. 83.

Aus den Fig. 83 bis 85 ist ohne Weiteres ersichtlich, wie einfach eine derartige Anlage ist und wie leistungsfähig gegenüber dem in Anspruch genommenen Raum.

Den auf S. 65 bereits erwähnten Apparat von Rob. Dreyer[1]) hat derselbe späterhin[2]) wesentlich verbessert. Die erste Construction desselben war in so fern keine glückliche, als die atmosphärische Luft ungehindert zu den Lampen und Brennern treten konnte, also der Zutritt derselben nicht regulirbar war. Zur Erzielung einer möglichst großen Ausbeute an Ruß ist es aber, wie wir bereits schon mehrfach erwähnt haben, erstes Erforderniß, daß der Zutritt von Verbrennungsluft aufs Genaueste regulirt und somit auf ein Minimum beschränkt werden kann. Dies wird in der neuen Construction dadurch erreicht, daß der ganze Verbrennungsapparat in einem besonderen gewölbten Raume I (Fig. 86, S. 166) aufgestellt ist.

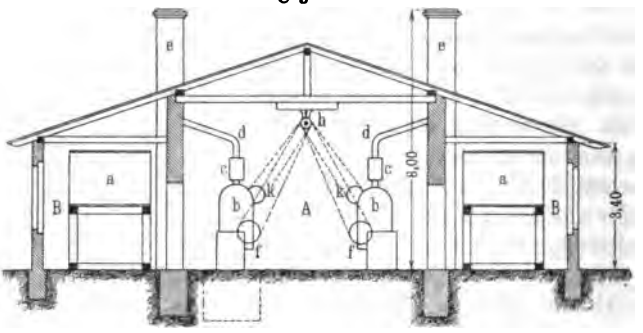
Bei dieser neuen Construction, welche die Darstellung von Ruß bei gleichzeitiger Dampfgewinnung bezweckt, tritt der zu verrußende Stoff aus dem Zuleitungsrohr 1 durch Rohr 2 in die hohle, verticale und sich drehende Welle 3. Letztere geht durch die über einander liegenden geschlossenen und gekühlten Rußteller 4, unter denen sich, mit der Welle verbunden, die Brennvorrichtungen 5

[1]) D. R.-P. Nr. 40909. — [2]) D. R.-P. Nr. 44871, Zusatz zum Patent Nr. 40909.

befinden. Die Rußteller werden getragen durch die mit denſelben verbundenen drei Standröhren 6, welche mit dem Dampfſammler 7 in Verbindung ſtehen. Das Doppelfenſter 8 dient zur Beobachtung des Brenn- reſp. Rußproceſſes. Unter jedem Rußteller 4 befindet ſich, ebenfalls mit der Welle 3 verbunden, eine Vorrichtung *X*, welche den Ruß abſtreift und auf eine Blechtafel fallen läßt, von wo er durch den Rechen 9 nach der Abfallröhre 10 und weiter in das Gefäß 11 befördert wird.

Fig. 87 (S. 167) zeigt dieſe Vorrichtung in etwas größerem Maßſtabe. Durch die Oeffnung 12 mit Schieber erfolgt der genau regulirte Zutritt der Luft, während bei 13 die Verbrennungsgaſe entweichen, welche, bevor ſie in den Schornſtein *S* eintreten, zuvor noch ein Syſtem von Rußfängern *R* durch das Ventil *V* paſſiren. Die Art und Weiſe, wie das Verbrennungsmaterial in die hohle Achſe des Apparates eingeführt wird, ergiebt ſich aus Fig. 88 (S. 167).

Fig. 84.



Da das Kühlwaſſer bis über den Siedepunkt erhitzt, und der Dampf deſſelben bis auf 4 Atm. Ueberdruck gebracht werden kann, ſo erzeugt der Apparat zugleich geſpannten Dampf, der zu irgend welchem Betriebe (Dampfmaſchine) oder zum Heizen benutzt werden kann. Die als Auffangplatte für den Ruß dienenden Böden der Teller werden auf über 100 bis 150° C. erwärmt, wodurch einerſeits eine zu große Abkühlung der rußenden Flammen vermieden, andererſeits die Condenſation von Waſſerdämpfen und ſonſtigen unliebſamen Verbrennungsproducten unmöglich wird. Hierdurch wird der erzeugte Ruß in Qualität verbeſſert und in Quantität vermehrt.

Verzichtet man auf die Gewinnung von geſpannten Waſſerdämpfen, ſo kann der Apparat auch für die Verwendung von Oelen und Fetten als Kühlmaterial eingerichtet werden, wobei man die Oeldämpfe event. behufs Vergaſung derſelben den Gasretorten zuführt.

Als Rohmaterialien zur Erzeugung von Rußgas empfehlen ſich beſonders Braunkohlentheeröle, Petroleum, Petroleumrückſtände, Liasſchiefer reſp. Schieferöle, Colophonium, Naphta, Suinter und andere Fette und Oele. Die Anzahl der Flammen richtet ſich nach der Qualität, welche der herzuſtellende Ruß erhalten ſoll, da dementſprechend verſchiedene Brennerconſtructionen in Anwendung kommen.

Besondere Vorzüge dieses Dreyer'schen Apparates sind: Inanspruchnahme der kleinsten Grundfläche zur Aufstellung (eine Fläche von 7 bis 8 qm genügt für einen Apparat mit 60 bis 90 rußenden Flammen), geringe Betriebskraft bei

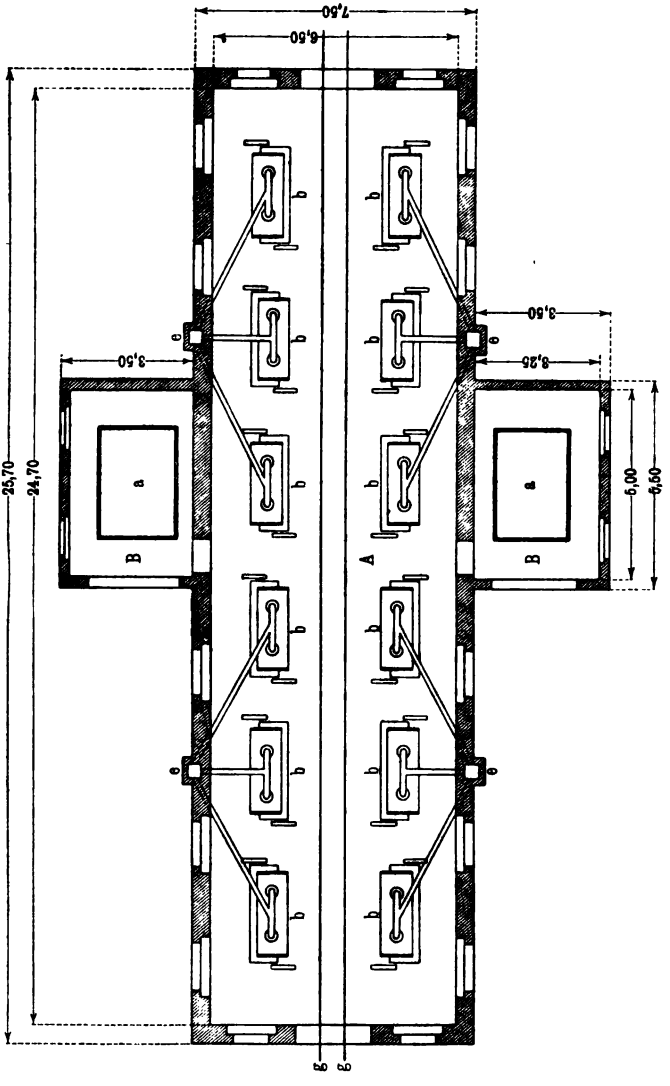
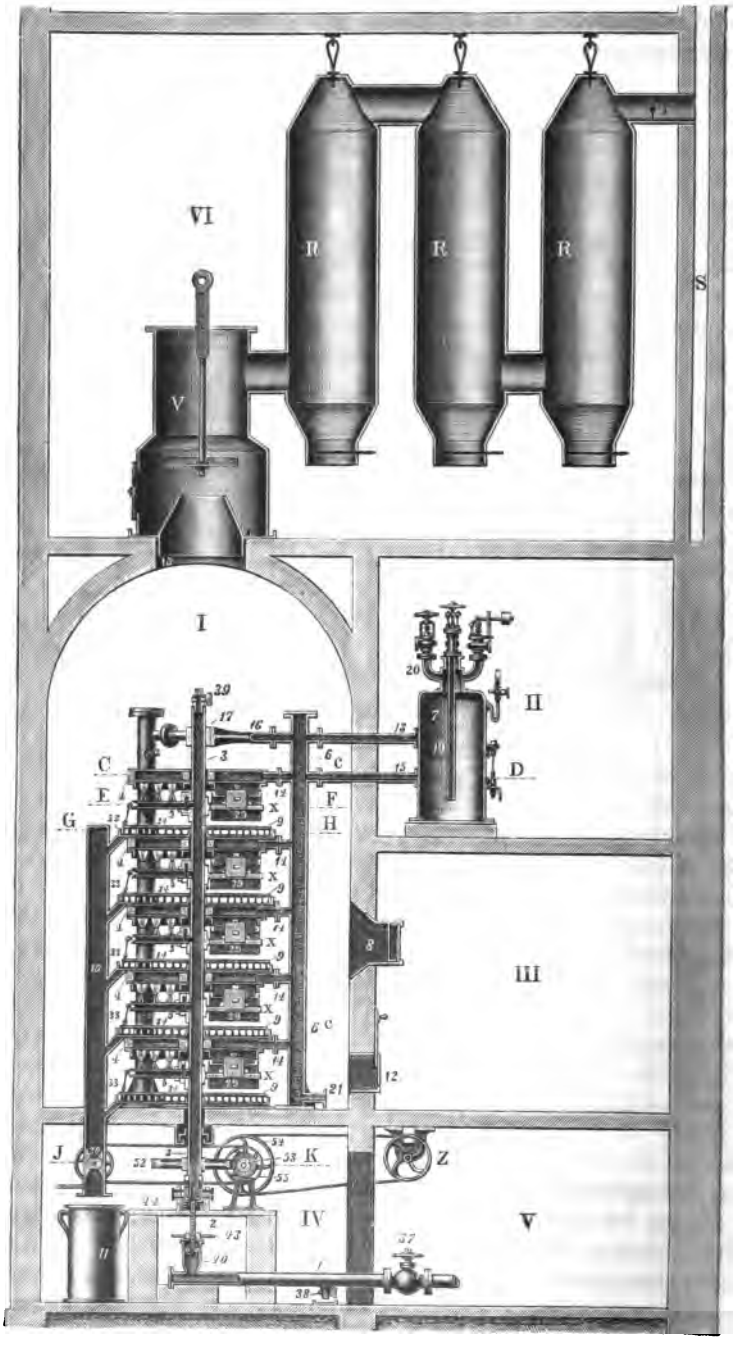


Fig. 85.

großer Leistungsfähigkeit, continuirlicher, leicht zu überwachender Betrieb, praktische Verwerthung der gewonnenen Wärme, Gewinnung von Ruß von feinster bis mittlerer Qualität, Fortfall der Belästigung der Nachbargrundstücke.

Bei einem, in Verbindung mit einer Oelgasanstalt, in Betrieb befindlichen Rußapparat mit 3 Tellern verbrauchen 30 Brenner pro Stunde durchschnittlich

Fig. 86.



2,3 cbm Gas, aus welchem bis zu 222 g Ruß gewonnen werden. Hiernach würde ein Apparat mit 60 Brennern in 24 Stunden 110 cbm Gas oder 200 kg Gasöl mit 40 kg Theerrückstand verbrauchen. Es würden bis zu 10,66 kg Ruß gewonnen und ca. 360 kg Wasser in Dampf von 3 Atm. verwandelt werden.

Fig. 87.

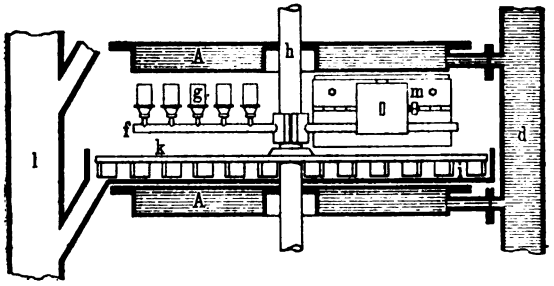
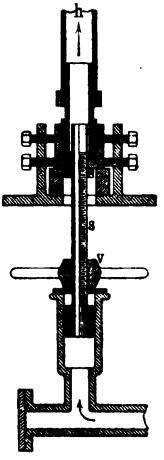


Fig. 88.



Als Rußfänger für die Abgase des vorstehend beschriebenen Apparates kommen, wie aus Fig. 86 ersichtlich, Staubcollectoren in Frage; von den verschiedenen Systemen derselben dürften sich hier, wie überhaupt auch bei anderen Lampenrußapparaten, die in den Fig. 80 bis 82 auf S. 159 u. 160 beschriebenen Fiechter'scher Construction besonders eignen.

Zu erwähnen sind hier auch noch die beiden Patente von G. Wegelin, D. R.-P. Nr. 105 633 u. 114 220, die wir bereits an anderer Stelle (S. 152 u. 153) ausführlicher besprochen haben und die sich in gleicher Weise auch auf die Fabrikation von Lampenruß beziehen.

c) Fabrikation von fein vertheiltem Kohlenstoff auf anderem Wege.

Daß gewisse Kohlenwasserstoffe und organische Substanzen überhaupt, wenn sie in gasförmigem Zustande der Einwirkung hoher Temperaturgrade oder der elektrischen Entladung ausgesetzt werden unter Abscheidung von Kohlenstoff zerfallen, ist eine längst bekannte Thatsache, von der man aber für die industrielle Gewinnung von rußähnlichem Kohlenstoff erst in dem letzten Jahrzehnt Gebrauch gemacht hat. Ebenso kennt man längst den reduzirenden Einfluß, den gewisse Metalle auf organische, namentlich sauerstoffhaltige Stoffe bei pyrogener Reaction (z. B. der Zinkstaubdestillation) ausüben. Um nur ein Beispiel hervorzuheben, sei an die Bildung des Retortengraphits erinnert, welcher bekanntlich in den Gasretorten durch pyrogene Zersetzung der gasförmigen Stoffe an den glühenden Retortenwänden entsteht, oder an das Vorhandensein von sog. „freien Kohlenstoff" im Steinkohlentheer, welcher auf gleiche Weise entstanden ist und dem Ruß in seinen Eigenschaften nahe steht.

Hinsichtlich der zersetzenden Wirkungen der Metalle auf gasförmige Kohlenwasserstoffe hat erst in jüngster Zeit M. J. Kusnetzow[1]) interessante Beiträge

[1]) Chem.-Ztg. 1906, S. 253.

geliefert, von denen es noch nicht feststeht, ob sie für die Industrie nutzbar gemacht werden können. Erhitzt man gasförmige Kohlenwasserstoffe in Gegenwart feinvertheilter Metalle, insbesondere von Aluminium, so zerfallen dieselben in ihre Elemente. Bei 600° C. z. B. werden etwa 95 Proc. der Kohlenwasserstoffe in Gegenwart von Magnesium zerlegt, während Platin nur etwa 70 bis 80 Proc. zu zersetzen vermag. Dagegen findet bei der Anwesenheit von Aluminium unter der angegebenen Temperatur eine totale Zerlegung des Kohlenwasserstoffmoleküls in seine Elemente statt. Zink, Silber, Nickel, Kupfer und Eisen üben keinen merklichen Einfluß aus.

Daß selbst die Kohlensäure unter geeigneten Bedingungen zu Kohlenstoff reducirt werden kann, hat erst vor Kurzem K. Brunner[1]) durch ein sehr interessantes Experiment bewiesen. Wird nämlich Magnesiumpulver in einer aus fester Kohlensäure hergestellten Schale verbrannt, so bildet sich ein grauer Kuchen, welcher beim Auflösen in verdünnter Salzsäure Kohlenstoff von tiefschwarzer Farbe in flockiger, rußähnlicher Form hinterläßt. Ersetzt man das Magnesium durch Aluminium, so hinterbleibt schwer lösliches Aluminiumoxyd neben wenig Aluminiumcarbid und ein schwerer, graphitähnlicher Kohlenstoff.

Der verhältnißmäßig leichte Zerfall des Acetylenmoleküls in Kohlenstoff und Wasserstoff unter dem Einfluß der Hitze ist von Berthelot und Baeyer schon vor langen Jahren beobachtet worden.

Industriell scheint von einer derartigen Zersetzung der Kohlenwasserstoffe in ihre Elemente zum Zwecke der Rußgewinnung zuerst der Amerikaner J. J. Mc. Tighe[2]) (vergl. S. 68) Gebrauch gemacht zu haben. Nach ihm wird der Dampf von Kohlenwasserstoffen in einer Retorte bei Luftabschluß einer intensiven Hitze ausgesetzt, so daß nicht Verbrennung, sondern Dissociation eintritt. Nach dem Abkühlen der Zersetzungsproducte soll dann der Kohlenstoff in Form von Lampenruß aus dem Condensat abgeschieden werden.

Später haben A. Schneller und Willem Joh. Wisse[3]) gefunden, daß es bei Anwendung elektrischer Ströme von sehr hoher Spannung, 10000 bis 40000 Volt, gelingt, gasförmige, flüssige und feste Kohlenwasserstoffe oder deren Derivate zu zersetzen und den Kohlenstoff in feinster Vertheilung abzuscheiden.

Man bringt die zu zersetzenden Kohlenwasserstoffe oder deren Verbindungen, aus welchen die Kohle abgeschieden werden soll, seien dieselben nun gasförmig, flüssig oder fest, in einem Gefäß unter, welches mit zwei Elektroden oder den Enden elektrischer Leitungen ausgestattet ist, in welche dann irgend eine Stromquelle für hohe Spannung eingeschaltet wird. Die Anordnung ist so zu treffen, daß die elektrische Entladung quer durch die Masse der Kohlenwasserstoffe oder ihrer Verbindungen unter Ausschluß der Luft oder anderer, die Verbrennung unterhaltender Substanzen stattfindet.

Der Apparat, in welchem der Proceß vor sich geht, besitzt am Boden eine Ableitung nach einem Sammelgefäß, das mit einer Pumpe in Verbindung steht,

---

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1905, S. 1432. — [2]) Amer. Pat. Nr. 346169, 1886. — [3]) D. R.-P. Nr. 74270, 1893.

welche die mit Zersetzungsproducten beladene Flüssigkeit beständig absaugt und durch eine Filterpresse drückt. Am Ausgang derselben befindet sich ein zweites Sammelgefäß, welches zur Abkühlung der Flüssigkeit dient, die dann von Neuem wieder in den oberen Theil des Zersetzungsapparates eingeführt wird. Man kann also auf diese Weise einen beständigen Kreislauf für eine bestimmte Menge von Rohmaterial herbeiführen, in der Weise, daß aller zersetzbarer Kohlenstoff ausgeschieden wird, wodurch z. B. aus Rohpetroleum als Zersetzungsproduct ein dem Kienruß gleichkommendes Product gewonnen wird.

Ein Verfahren zur Herstellung von fein vertheiltem Kohlenstoff hat sich auch W. Majert[1]) patentiren lassen, auf welches bezüglich der Einzelheiten verwiesen werden muß.

Die von der Verwendung von Acetylen als Rohstoff ausgehenden Verfahren sind größtentheils schon an anderem Orte (S. 122 u. ff.) besprochen worden, auch soweit sie unter die durch die Ueberschrift gekennzeichnete Arbeitsweise zu registriren sind. Sie beruhen ausnahmslos auf den endothermischen Eigenschaften des Acetylens und lehnen sich an die Versuche Berthelot's an, dem es bekanntlich schon 1881 gelungen war, durch Explosion von reinem Acetylen unter constant bleibendem Volumen eine dem Volumen des angewandten Acetylens entsprechende Menge von Wasserstoff neben amorphem, sehr leichtem Kohlenstoff zu erhalten, welcher das Zersetzungsgefäß vollkommen erfüllte.

Später hat man dann auch versucht, die erwähnten Eigenschaften des Acetylens und insbesondere die Zersetzung desselben unter Druck für die Herstellung von amorphem Kohlenstoff heranzuziehen. Es war zuerst Hubou[2]), welcher in dieser Richtung erfolgreich vorging; da er es aber für die Erzielung eines für alle Zwecke brauchbaren Acetylenschwarz für nöthig hielt, die Luft aus dem zur Zersetzung des Acetylens dienenden Gefäß vollständig zu entfernen, so litt sein Verfahren schon im Vorhinein an der technischen Schwierigkeit des Evacuirens der Zersetzungsgefäße, welche die industrielle Durchführung des Verfahrens zum Mindesten sehr umständlich und kostspielig gestaltet. Eine Verdrängung derselben durch Acetylen selbst würde aber die Erzeugungskosten in gleicher Weise durch den Verlust an Acetylen erhöhen.

Hubou hat dann auch versucht, die Luft durch den bei der Zersetzung des Acetylens frei werdenden Wasserstoff von einer vorhergehenden Zersetzungsoperation zu verdrängen, mußte aber in diesem Falle die durch die hohe Diffusionsfähigkeit des Wasserstoffs bedingten Unannehmlichkeiten und selbst Gefahren mit in den Kauf nehmen. (Vergl. Fausto Morani, S. 174.)

Nach Frank[3]) tritt außerdem bei dem Hubou'schen Proceß ein vollständiger Zerfall des Acetylenmoleküls nur dann ein, wenn der Anfangsdruck, unter dem das Acetylen steht, sehr hoch ist. In der Praxis kann man aber in Folge der hierbei entstehenden hohen Explosionsdrucke nur ziemlich niedrige Anfangsdrucke — 5 bis 6 Atmosphären — anwenden, unter denen jedoch neben dem Zerfall auch

[1]) D. R.-P. Nr. 126670. — [2]) D. R.-P. Nr. 103862, vergl. S. 123. — [3]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1905, S. 1733.

theilweise Condensation des Acetylens eintritt, weshalb das Auftreten theerartiger Zersetzungsproducte, welche den gewonnenen Kohlenstoff verunreinigen, nicht ganz zu verhindern und auch die Ausbeute an Kohlenstoff aus dem theuren Rohmaterial keine vollkommene ist.

Weiterhin hat man dann auch zur Mitwirkung von Oxydationsmitteln, wie Luft, Sauerstoff, Wasserstoffsuperoxyd, bei der endothermischen Zersetzung des Acetylens gegriffen[1]); den größten Erfolg hat aber unzweifelhaft das Patent von A. Frank[2]) aufzuweisen, das wir hierunter in seinem vollen Wortlaut wiedergeben:

„Die Herstellung von Kohlenstoff aus Acetylen vermittelst Oxydation des Wasserstoffs des Acetylens ist bekannt (vergl. die Patentschrift Nr. 92801 und die englische Patentschrift Nr. 23957 vom Jahre 1897). Die hierbei angewendeten Oxydationsmittel, wie Sauerstoff der Luft oder Wasserstoffsuperoxyd, haben aber den Nachtheil, daß ihre Einwirkung auf das Acetylen nicht geregelt werden kann und man deshalb bei ihrer Anwendung nur mangelhafte und ungleiche Resultate erhält. Außerdem gestatten sie nur die Anwendung von freiem Acetylen, nicht aber von Carbiden. Es wurde gefunden, daß man eine regelmäßige theilweise Oxydation des Acetylens erzielt, wenn man als Oxydationsmittel Kohlenoxyd oder Kohlensäure anwendet. Hierbei wird nicht nur der Kohlenstoff des Acetylens abgeschieden, sondern auch der Kohlenstoff des angewendeten Oxydationsmittels, was eine Vergrößerung der Ausbeute zur Folge hat; außerdem gestattet auch die Anwendung dieser Oxydationsmittel die Verwendung von Carbiden an Stelle des freien Acetylens."

„Die Zersetzung von Acetylen oder acetylenhaltigen Gemischen unter Abscheidung von Kohlenstoff findet statt, wenn man sie mit Kohlensäure, Kohlenoxyd oder diese Verbindung enthaltenden Gasen mischt und dieses Gemisch durch erhitzte Röhren leitet oder unter Druck der Einwirkung des elektrischen Funkens unterwirft. Unter diesen Umständen reagiren die Gase auf einander nach den Gleichungen:

$$\text{I.}\quad C_2H_2 + CO = H_2O + 3C;$$
$$\text{II.}\quad 2C_2H_2 + CO_2 = 2H_2O + 5C;$$
$$\text{III.}\quad C_2H_2 + 3CO = H_2O + CO_2 + 4C;$$
$$\text{IV.}\quad C_2H_2 + CO_2 = H_2O + CO + 2C.$$

„Anstatt Acetylen kann man auch mit Vortheil dessen Metallverbindungen, besonders die der alkalischen Erden oder andere Carbide, z. B. Aluminiumcarbid oder diese Verbindungen enthaltende Gemische, verwenden. Leitet man z. B. über Calciumcarbid bei erhöhter Temperatur Kohlenoxyd, Kohlensäure oder diese Verbindungen enthaltende Gase, so tritt Kohlenstoffabscheidung ein, und zwar hauptsächlich nach den Reactionen:

$$CaC_2 + CO = CaO + 3C;$$
$$CaC_2 + 3CO = CaCO_3 + 4C;$$
$$2CaC_2 + CO_2 = 2CaO + 5C;$$
$$2CaC_2 + 3CO_2 = 2CaCO_3 + 5C."$$

[1]) Vergl. Bergmann, D. R.-P. Nr. 96427 (S. 122); Amer. Pat. Nr. 779728 der Union Carbide Co. (S. 122). — [2]) D. R.-P. Nr. 112416, 1899.

„Der Kohlenstoff scheidet sich hierbei je nach der angewendeten Temperatur und der Dauer der Einwirkung in mehr oder minder feiner Vertheilung oder in krystallinischer Form ab. Als Beispiel sei angeführt die Herstellung von feinst vertheiltem Kohlenstoff aus Calciumcarbid. In einer Retorte, Röhre oder sonstigem Apparat wird fein zerkleinertes Calciumcarbid auf 200 bis 250° erhitzt und der Einwirkung von Kohlenoxyd so lange unterworfen, bis keine Absorption mehr eintritt. Die erhaltene Reactionsmasse wird sehr fein gemahlen, mit Wasser geschlämmt und der abgeschlämmte Theil, wenn nothwendig, durch Behandlung mit geeigneten Lösungsmitteln von anhaftendem Kalk befreit."

„Das so erhaltene Kohlenstoffpulver ist frei von allen theerigen Bestandtheilen und in so feiner Vertheilung, daß es mit Vortheil zur Fabrikation bester Druckerschwärze und als Ersatz für chinesische Tusche verwendet werden kann."

„Leitet man Kohlenoxyd, Kohlensäure oder diese Gase enthaltende Gemische bei hoher Temperatur oder unter Druck ein, so scheidet sich Kohlenstoff in graphitischer Form ab. Der auf diese Weise erhaltene Graphit ersetzt den natürlichen Graphit in allen seinen Verwendungsarten."

„Die Abscheidung des Kohlenstoffs aus Carbiden bezw. Acetylen durch Kohlensäure, Kohlenoxyd oder diese Verbindungen enthaltende Gase kann mit Vortheil dort angewendet werden, wo es darauf ankommt, fein vertheilten Kohlenstoff für chemische Zwecke anzuwenden. Hierbei werden zweckmäßig beide Processe, nämlich der Proceß der Kohlenstoffabscheidung und Kohlenstoffbindung, vereinigt. So z. B. findet dieser Proceß bei Kohlung von Metallen vortheilhaft Anwendung. Beim Cementiren von Eisen z. B. bringt man das zu cementirende Metall in geeigneter Weise mit den Carbiden in Berührung und leitet bei hoher Temperatur darüber Kohlenoxyd, Kohlensäure oder diese Verbindungen enthaltende Gemische mit oder ohne Zusatz von Acetylen. Bei Anwendung von Acetylen kann natürlich die Anwesenheit von Carbiden fortfallen."

„Eine andere Verwendungsart dieser Kategorie ist das sogenannte Oxydiren des Silbers. Silberne Gegenstände werden mit Carbidpulver belegt und bei 150 bis 200° der Einwirkung von Kohlenoxyd unterworfen. Der sich hierbei abscheidende Kohlenstoff brennt sich im Silber ein und verleiht diesem das beliebte oxydische Aussehen."

Patent-Anspruch.

„Verfahren zur Darstellung von Kohlenstoff durch Einwirkung von Kohlenoxyd, Kohlensäure oder diese Verbindungen enthaltenden Gasen auf Acetylen oder Carbide, bezw. diese Verbindungen enthaltende Gemische."

Wir verdanken Herrn Prof. Dr. A. Frank in Charlottenburg noch folgende freundliche Mittheilungen über den von ihm erfundenen Proceß. Als Ergebniß der in großem Maßstabe durchgeführten Versuche ist festgestellt worden, daß bei der Verbrennung von Acetylen mit Kohlenoxyd oder Kohlensäure, bezw. bei der Explosion dieser Gasgemenge die Ausbeute nicht ganz der Theorie entspricht, sondern geringer ist, da bei der hohen Explosionstemperatur Theile des nach der Formel

$$C_2H_2 + CO = 3C + H_2O$$

ausgeschiedenen Kohlenstoffs sich wieder mit dem gleichzeitig auftretenden Wasserdampf in Kohlenoxyd und Wasserstoff umsetzt. Daß aber die Verbrennung vorher eine vollkommene war, wird dadurch bewiesen, daß bei diesem Verfahren keinerlei Condensationsproducte (Theer u. s. w.) entstehen, wie dies bei dem Hubou'schen Proceß (Explosion von reinem Acetylen) stets der Fall ist. Bei der Verbrennung von Acetylen mit Kohlenoxyd werden an reinen, theerfreien Kohlenstoffen etwa $2^1/_2$ statt 3 Aequivalente gewonnen.

Auch bei dem Verbrennen von Acetylen mit Kohlensäure ist die Ausbeute etwas geringer als der Gleichung

$$2\,C_2H_2 + CO_2 = 2\,H_2O + 5\,C$$

entspricht, die Qualität des Rußes dagegen noch feiner. Die unter III. und IV. (S. 170) angegebenen Zersetzungen sind bisher noch nicht genauer verfolgt worden, weil dabei die Zündung bezw. Explosion des Gasgemisches einige Schwierigkeiten bietet, die aber nicht unüberwindlich zu sein scheinen.

Der bei der Einwirkung von Kohlenoxyd auf Calciumcarbid entstehende Graphit ist von vorzüglicher Reinheit und besonderer Schwere, und es entspricht bei dieser Operation die Ausbeute nicht nur der theoretischen, sondern sie ist sogar häufig etwas höher, weil viele Carbide Kohlenstoff in Form von Graphit enthalten, der also mit gewonnen wird.

Nach den Formeln I. und II. (S. 170):

$$CaC_2 + CO = CaO + 3\,C$$

und

$$CaC_2 + 3\,CO = CaCO_3 + 4\,C,$$

die bei der praktischen Arbeit immer gleichzeitig in Wirksamkeit treten, erhält man eine Ausbeute von etwa 45 kg reinem Graphit aus 100 kg 80proc. Carbid. Nach den Formeln III. und IV. ist die Ausbeute etwas geringer, beträgt aber immerhin 35 bis $37^1/_2$ kg Graphit auf 100 kg Carbid.

Die Reinigung des Graphits von dem beigemengten Aetzkalk bezw. kohlensauren Kalk kann zum Theil durch Abschlämmen erfolgen, da das specifische Gewicht des Kalks 2,8 bis 2,9, das des gewonnenen Graphits dagegen nur 2,1 beträgt, doch wird man die letzten Antheile von Kalk und Aschenbestandtheilen immer auf chemischem Wege entfernen, wofür ein einfaches Verfahren ausgearbeitet worden ist, welches gleichzeitig eine Regenerirung der verwendeten Chemikalien gestattet. Bei sorgfältiger Reinigung erhält man einen Graphit mit nur 2 Proc. Aschengehalt, während die im Handel vorkommenden besten amerikanischen und Ceylon-Graphite 10 bis 20 Proc. Asche hinterlassen. In Folge dessen ist der nach dem Frank'schen Verfahren hergestellte Graphit besonders geeignet zur Fabrikation von Elektroden für chemische Zwecke und für Dynamomaschinen. Bei der Verwendung zu Dynamobürsten kommt noch der besondere Vortheil hinzu, daß der aus Carbid gewonnene Graphit besser leitet und nicht so hart ist als der aus Retortenkohle gewonnene und deshalb den Collector der Dynamomaschine fast gar nicht angreift und abschleift. Auch der aus Acetylengas nach Frank's Verfahren hergestellte Ruß hat ein höheres specifisches Gewicht — 1,90 bis 1,95 —

und ein besseres Leitungsvermögen als gewöhnlicher Lampenruß und ist deshalb zur Herstellung von Lichtkohle aller Art besonders geeignet.

Für die Herstellung von 100 kg Graphit oder Kohlenstoff sind bei dem vorstehenden Verfahren nach Proceß I. und II. etwa 200 kg Carbid erforderlich. Während aber für die Gewinnung des Graphits die Anwendung eines möglichst hochprocentigen Carbids behufs Verminderung der Reinigungskosten angezeigt ist, wird für die Gewinnung des feinen Rußes aus Acetylengas gerade der geringste, für andere Zwecke unbrauchbare Carbidabfall noch lohnende Verwendung finden, da hierbei das Acetylengas erst für sich gewonnen und dann mit Kohlenoxyd gemischt in die Explosionsgefäße gebracht wird. Es ist deshalb bei letzterem Proceß auch gleichgültig, ob man für die Gewinnung des Acetylengases ein Abfallproduct benutzt, welches nur 150 Liter Gas pro Kilo liefert, oder ein hochprocentiges Handelscarbid.

Der aus Acetylen nach dem in Rede stehenden Verfahren hergestellte Ruß übertrifft an Glanz und Tiefe, sowie an Farbkraft (wir haben Gelegenheit gehabt, uns an vorgelegten Illustrationsdruckproben davon zu überzeugen) die besten amerikanischen Gasruße und wird für Kunstdruck und andere Zwecke, namentlich für die Herstellung schwarzer Leder- und Glanzlacke von 2 bis 4 Mk. pro Kilogramm von den Farben- und Lackfabriken bewerthet. Der Preis des Graphits ist je nach der Reinheit ein verschiedener und stellt sich für bessere Qualitäten auf etwa 63 Mk. und für Elektrodengraphit auf etwa 120 Mk. pro 100 kg.

Die für die Durchführung der obigen Processe neben Acetylen bezw. Carbid nöthigen Gase, Kohlenoxyd und Kohlensäure, sind leicht zu gewinnen, um so mehr, als es nicht erforderlich ist, daß diese Gase ganz rein bezw. stickstofffrei sind. Kohlenoxyd kann am besten durch Absaugen aus den Carbidschmelzöfen erhalten werden oder auch einfach durch Verbrennen von Koks in geeigneten Schachtöfen. Kohlensäure ist in genügender Reinheit aus den zum Brennen des für die Fabrikation von Carbid bestimmten Kalk dienenden Kalköfen zu entnehmen oder auch durch Verbrennen von Koks allein herzustellen; auch können, wo solche vorhanden sind, natürliche Kohlensäurequellen, wie Fumarolen ꝛc., welche eine reine Kohlensäure liefern, herangezogen werden.

Die Kosten der für eine tägliche Verarbeitung von 400 cbm Acetylen erforderlichen Maschinen und Apparate stellen sich auf etwa 12 500 Mk., doch sind dabei die Compressoren schon so reichlich dimensionirt, daß sie auch für das doppelte Quantum genügen, und ebenso ist auch die Zahl der stählernen Bomben (Explosionsgefäße) so bemessen, daß bei 20 Atm. Compression jedes Gefäß nur zweimal pro Stunde zu füllen und zu entleeren ist. Durch eine bereits vorgesehene Vereinfachung der Verschlußvorrichtung der Bomben kann die Entleerung derselben in kürzester Zeit geschehen, so daß hierin eine weitere Verbilligung der Kosten schon heute erblickt werden darf.

Nicht eingeschlossen in obiger Summe sind zwei Gashalter für Acetylen und Kohlenoxyd oder Kohlensäure von je 40 cbm Capacität, sowie die nöthigen Einrichtungen für die Entwickelung, Reinigung und Waschung dieser Gase und ebenso

die erforderlichen Gebäude, welche indessen nur von geringer Ausdehnung und einfachster Bauart zu sein brauchen. Auch der Kraftbedarf zum Betrieb der Compressoren ist nur gering, und es genügen für eine Anlage in obigem Umfang etwa fünf Pferdekräfte.

Verpackung und Versandt des Acetylenschwarz erfolgt in leichten Blechgefäßen verschiedener Größe mit Holzumhüllung, in welchen das Product durch Pressen etwas verdichtet wird.

F. Morani[1]) hat gleichfalls festgestellt, daß bei der Anwendung eines entsprechenden Druckes im Zersetzungsgefäß die Entfernung der Luft aus dem letzteren, wie dies das Verfahren von Hubou vorschreibt, unterbleiben kann, da unter diesen Arbeitsbedingungen der Sauerstoff keinerlei oxydirende Wirkung auf das Acetylen oder dessen Zersetzungsproducte ausübt und somit die Luft keine Aenderung in dem durch die Gleichung: $C_2H_2 = C_2 + H_2$ veranschaulichten einfachen Spaltungsproceß zu bewirken vermag. Die in dem der Zersetzung zu unterwerfenden Gemisch enthaltene Luft wirkt vielmehr wie ein indifferentes Gas, so daß sie die von Berthelot bei der Explosion von Gemischen des Acetylens mit indifferenten Gasen beobachteten Erscheinungen, bestehend in der Verminderung der Explosionstemperatur und des auftretenden Druckes, hervorruft.

Die solcher Art erzielte Erniedrigung des Explosionsdruckes, sowie der Temperatur, welcher das Product ausgesetzt wird, ist nun in Anbetracht des Einflusses dieser beiden Factoren (Temperatur und Druck) auf die physikalischen Eigenschaften des herzustellenden Productes von wesentlicher Bedeutung; thatsächlich wird durch den in Rede stehenden Vorgang die größtmögliche Homogenität und Zertheilung des fraglichen Productes und dem zu Folge nahezu gänzliche Abwesenheit von graphitischem Kohlenstoff in letzterem bedingt. Es konnte diesbezüglich auch festgestellt werden, daß die Bildung von Kohlenstoff von graphitischer Beschaffenheit, wie solcher als die schädlichste Verunreinigung des Acetylenschwarz betrachtet werden muß, gerade dann erfolgt, wenn man das als Ausgangsmaterial dienende Acetylen und den sich daraus abscheidenden amorphen Kohlenstoff der Einwirkung hoher Temperaturen und Drucke aussetzt.

Behufs weiterer Verminderung des Explosionsdruckes und Erzielung von Kohlenstoff besserer Qualität kann man übrigens der Erfindung gemäß dem zu zersetzenden Acetylen einen gasförmigen exothermischen Kohlenwasserstoff oder eine Mischung solcher Gase (Methan, Aethan, Steinkohlengas u. s. w.) zusetzen, welche ohne irgend welche Beeinfluffung des vor sich gehenden chemischen Zersetzungsprocesses: $C_2H_2 = C_2 + H_2$ einen Theil der bei demselben frei werdenden Energie aufnehmen, indem sie dabei in ihre mit denjenigen des Acetylens identischen Elementarbestandtheile zerfallen, so daß auf solche Weise nicht bloß der Explosionsdruck verringert und demgemäß eine Vereinfachung der Construction der Apparate ermöglicht, sondern auch ein besseres Product, sowie eine erhöhte Ausbeute an letzterem erzielt wird.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 141 884, 1901.

Die von Berthelot gemachten Beobachtungen über die Zersetzung des mit anderen Gasen gemischten Acetylens finden somit der vorliegenden Erfindung gemäß eine wichtige gewerbliche Verwerthung.

Behufs praktischer Durchführung des Morani'schen Verfahrens zur Gewinnung von Acetylenschwarz verfährt man wie folgt: In einem geschlossenen Recipienten von beliebiger Gestalt wird Acetylen beispielsweise unter einem Druck von 4 Atmosphären comprimirt, ohne daß vorher die Luft aus dem Recipienten entfernt worden wäre. Man erhält so eine aus drei Raumtheilen Acetylen und einem Raumtheile Luft bestehende Mischung. Durch die in beliebiger bekannter Weise eingeleitete Zündung wird die Zersetzung des Acetylens herbeigeführt, worauf das abgeschiedene Acetylenschwarz dem Behälter durch entsprechend angebrachte Oeffnungen entnommen wird. Nach erfolgtem Verschließen dieser letzteren kann der Behälter ohne Weiteres zur Durchführung einer neuerlichen Operation dienen. Der Explosionsdruck steigt hierbei nicht über 15 Atm. und kann gewünschten Falles eine weitere Verringerung dadurch erfahren, daß man, wie bereits erwähnt, das Acetylen mit exothermischen Kohlenwasserstoffen, z. B. mit Leuchtgas bezw. Steinkohlengas, vermischt.

Führt man beispielsweise in einen geschlossenen, mit Luft gefüllten Behälter drei Raumtheile Acetylen und einen Raumtheil Steinkohlengas ein, so wird in dem Behälter ein Druck von 5 Atm. herrschen. Nach der Explosion findet sich eine Gewichtsmenge Acetylenschwarz vor, welche derjenigen des in der Mischung enthalten gewesenen Kohlenstoffs sehr annähernd entspricht. Der Explosionsdruck steigt in diesem Falle nicht über 12 Atm.

Ein dem Frank'schen Proceß gewissermaßen analoges Verfahren hat sich die Elektricitäts-Actiengesellschaft vormals Schuckert u. Co.[1]) patentiren lassen, bei dem sie wie dieser gleichfalls Acetylen oder Carbid, aber an Stelle des Kohlenoxyds oder der Kohlensäure die Halogensubstitutionsproducte des Kohlenstoffs, z. B. C_2Cl_4, C_2Cl_6 und CCl_4, verwendet. Beim Durchleiten der in entsprechenden Verhältnissen gemischten Acetylen- und Chlorkohlenstoffdämpfe durch glühende Röhren oder beim Ueberleiten der Dämpfe von Chlorkohlenstoffen über erhitztes Carbid wird der Kohlenstoff in fein vertheiltem Zustande als Ruß abgeschieden, z. B.:

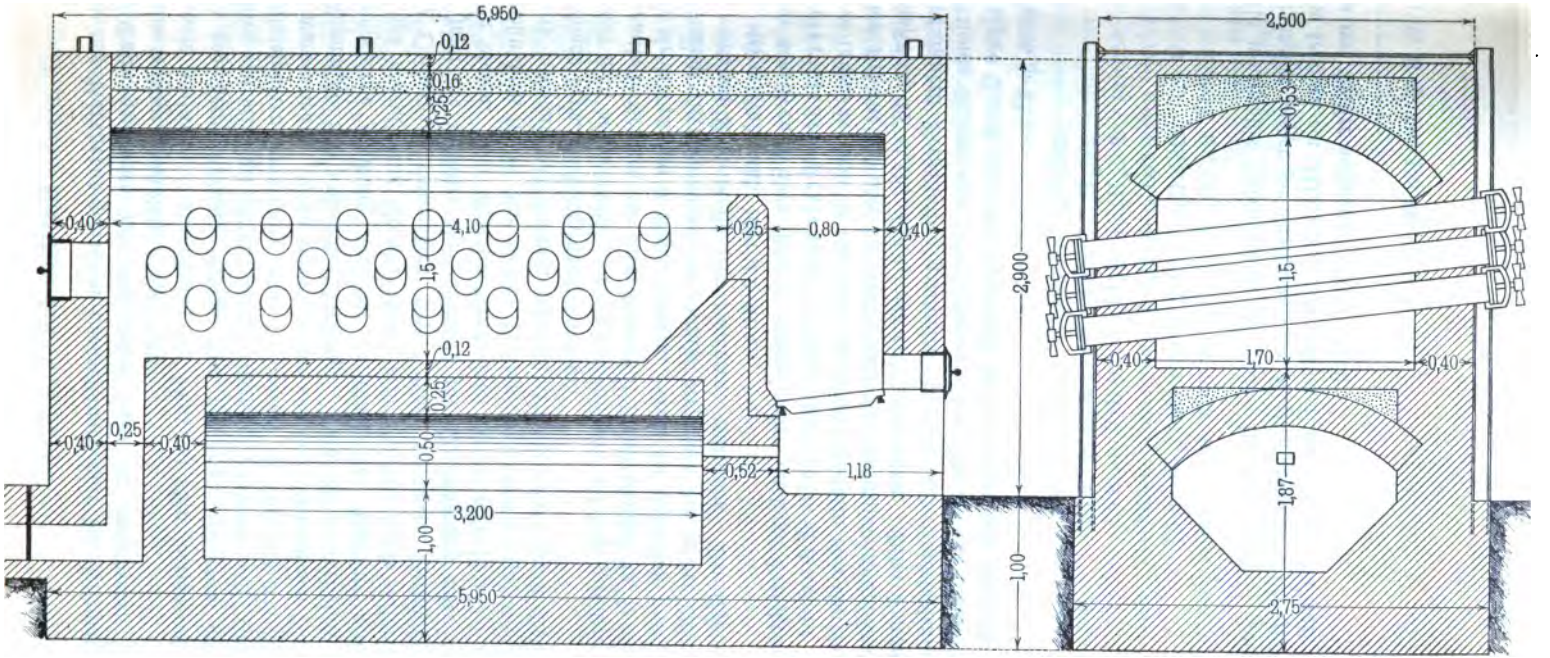
$$2\,C_2H_2 + C_2Cl_4 = 4\,HCl + 6\,C,$$
$$2\,C_2H_2 + CCl_4 = 4\,HCl + 5\,C,$$
$$3\,C_2H_2 + C_2Cl_6 = 6\,HCl + 8\,C,$$
$$2\,CaC_2 + C_2Cl_4 = 2\,CaCl_2 + 6\,C,$$
$$2\,CaC_2 + CCl_4 = 2\,CaCl_2 + 5\,C,$$
$$3\,CaC_2 + C_2Cl_6 = 3\,CaCl_2 + 8\,C.$$

Als werthvolles Nebenproduct wird dabei im ersteren Falle Salzsäure gewonnen, welche wieder zur Herstellung von Kohlenstoffchloriden verwendet werden kann, im letzteren ein Chlormetall, welches aus dem Reactionsproduct durch Behandeln mit Wasser ausgezogen werden kann.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 132836, 1901.

Fig. 89 u. 90.



Maßstab 1:50

Das Verfahren dürfte vorläufig noch an dem verhältnißmäßig hohen Herstellungspreis der Chlorkohlenstoffe scheitern, wenngleich ihm auch eine gewisse Einfachheit nicht abzusprechen ist.

Ob der aus Acetylen durch unvollständige Verbrennung, wie es die obigen Verfahren zum Theil bedingen, abgeschiedene Kohlenstoff in der That als amorpher Kohlenstoff in gewöhnlichem Sinne, bezw. als Ruß, anzusprechen ist, ist noch eine offene Frage. W. G. Mixter[1]) will darin eine neue, allotrope Modification des amorphen Kohlenstoffs gefunden haben. Er hat die auf diese Weise hergestellte Kohle untersucht und bestätigt die Angabe von Moissan, wonach dieselbe keinen Graphit enthält. Sie ist matt und porös und ein guter Wärme- und Elektricitätsleiter. 1 g derselben ist im Stande, auf seiner Oberfläche 1 mg trockene Luft zu verdichten, sie übt aber keinerlei katalytische Wirkungen aus. Das specifische Gewicht fand er zu 1,919 bei gewöhnlicher Temperatur und ihre Verbrennungswärme bei constantem Druck und Volum bei 20° C. beträgt 7894 Calorien für 1 g oder 94726 Cal. für 12 g, ist also ungefähr die gleiche wie die für Graphit gefundene.

d) Weitere Behandlung des Rußes bis zum Versand.

Zu den Vollendungsarbeiten in der Ruß-, speciell Flammrußfabrikation gehört das Calciniren nicht einwandfreier, mit empyreumatischen Stoffen beladener Fabrikate. Wir haben diese Arbeit schon auf S. 43 u. ff. eingehender beschrieben und dabei darauf aufmerksam gemacht, daß dieselbe eine bei der lockeren Beschaffenheit des Materials sehr zeitraubende ist.

Die Firma Alphons Custodis, Actiengesellschaft für Essen- und Ofenbau, stellt uns die Zeichnung eines Calcinirofens für Ruß zur Verfügung, welcher aus der durch Fig. 20 bereits dargestellten Form hervorgegangen ist und bei einfachster Construction einen Dauerbetrieb gestattet. Die Fig. 89 u. 90 zeigen diesen Ofen im Längs- und Querschnitt. Er besteht in der Hauptsache aus einer gut construirten, wirksamen Feuerung, über welcher eine Anzahl schmiedeeiserner Röhren in geneigter Lage gruppirt sind. Diese Röhren sind an beiden Enden durch mit Bügel befestigte Deckel verschließbar und werden, sobald die Füllung mit Ruß erfolgt ist, der Wirkung des Feuers ausgesetzt. Wenn der Glühproceß vollendet ist, wird der ganze Inhalt der Röhren durch eine Vorrichtung, die auf der Zeichnung nicht dargestellt ist, weiter geschoben und fällt in luftdicht verschließbare Gefäße, während eine neue Parthie zu calcinirenden Rußes nachgeschoben und der Glühzone ausgesetzt wird. Dieser Vorgang erneuert sich fortwährend, so daß ein continuirlicher Betrieb des Ofens unterhalten wird.

Eine womöglich noch umständlichere Arbeit als das Calciniren war seither das Verpacken des Rußes in die Versandfässer, wovon wir auf S. 45 u. 48 schon einen annähernden Begriff gegeben haben. Auch hierin hat die neuere Zeit Wandel geschaffen und Maschinen construirt, welche diese Arbeit auf spielende Weise aus-

[1]) Amer. Journ. Science Silliman 1905, p. 434; Chem. Centralbl. 2, 98, 1905

führen. Von den zu dieſem Zweck in Vorſchlag gebrachten Maſchinen führen wir hier die Präciſions-Faßpackmaſchine „Hilden“ der Firma Kirberg u. Hüls[1]) an, welche ein ſtaubfreies Einfüllen des Rußes in Fäſſer unter einſtellbarem und dann ſtets conſtant bleibendem Druck geſtattet. Sie iſt ſehr leiſtungsfähig und packt pro Stunde je nach der Faßgröße bis 40 Fäſſer. Fig. 91 zeigt dieſelbe in der Anſicht und Fig. 92 zur beſſeren Einſicht in ihre Wirkungsweiſe in ſchematiſcher Darſtellung.

Fig. 91.

Die Maſchine beſteht aus einem gußeiſernen Grundrahmen, der mittelſt dreier ſchmiedeeiſerner Säulen den Füllkopf trägt. Die Säulen dienen zugleich als Führung für eine Plattform *a*, welche an dem Füllkopfrahmen mittelſt zweier Ketten aufgehangen und in lothrechter Richtung beweglich iſt. Auf dieſelbe wird das zu füllende Faß gebracht.

Wie bei allen neueren Packmaſchinen erfolgt die Fortbewegung und Verdichtung des Füllgutes durch eine Schnecke *s*. Daſſelbe gelangt aus der Fabrikation durch geeignete Fördervorrichtungen nach dem Eintrittsſtutzen *d*, der es dem Füllrumpfe *f* zuführt, in welchem ſich eine lothrechte Schnecke dreht. Der Antrieb der Schneckenwelle *sw* geſchieht, von Voll- und Leerſcheibe ausgehend, mittelſt Schraube und Schraubenrad.

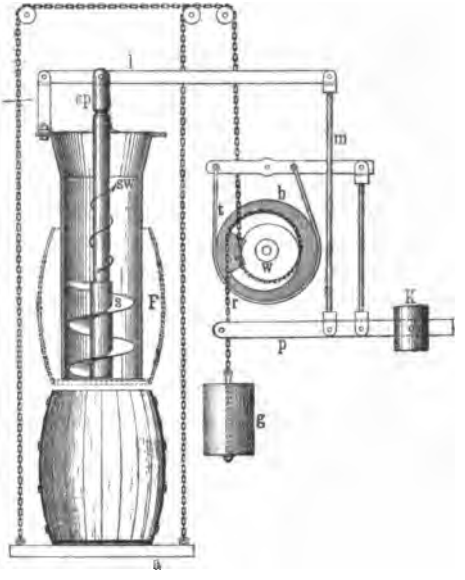
Das zu füllende Faß wird auf die zuvor erwähnte Plattform geſetzt. Die beiden Ketten, an welchen dieſe hängt, ſind je um eine ſpiralförmige Scheibe *r* geſchlungen, die an einer Welle *w* befeſtigt iſt. Auf dieſelbe Welle iſt eine dritte, jedoch zu den vorigen entgegengeſetzt gewundene Spiralrolle *t* aufgekeilt, um die eine weitere Kette mit dem Gewicht *g* geſchlungen iſt, und endlich noch eine Bremsſcheibe *b*.

Die Wirkung dieſer Anordnung iſt die folgende. Wenn ſich die Plattform in der tiefſten Stellung befindet, ſo ſind die Tragketten derſelben von den zugehörigen Spiralſcheiben *r* ganz abgelaufen. Andererſeits iſt die Gewichtskette vollſtändig aufgewunden. Das Gewicht *g* hat das Beſtreben, abzulaufen, wird jedoch daran durch die Bremsſcheibe *b* gehindert, welche die Welle feſthält, ſo lange

[1]) Zeitſchr. f. angew. Chemie 1905, S. 1856.

die Bremse angezogen ist. Wird diese gelüftet, so wird in der erwähnten Weise die Plattform und das auf derselben befindliche leere Faß gehoben. Hierbei wirkt in Folge der Spiralscheiben die Plattform an einem wachsenden, das Gewicht an einem abnehmenden Hebelarm. Die Aufwärtsbewegung des Fasses ist daher eine sanfte, sie schließt ab, sobald der Faßboden den Füllrumpf berührt. Hierauf wird durch einen einfachen Handgriff die Bremse wieder angezogen und der Antriebsriemen auf die Vollscheibe gebracht. Dieselbe setzt nun mittelst Schraube und Schraubenrad die Füllschnecke s in Bewegung, die in der bekannten Weise das Füllgut nach abwärts in das Faß drückt.

Fig. 92.



Es sind zu Beginn der Abwärtsbewegung die Ketten, welche die Plattform tragen, auf ihre Spiralen ganz aufgewunden, die Gewichtskette jedoch vollständig abgewickelt. Erstere wirken somit an einem größeren, stets abnehmenden, letztere wirkt an einem kleineren, stets zunehmenden Hebelarm.

An den Ketten, an denen die Plattform hängt, wirkt nun, abgesehen von dem constanten Gewichte dieser letzteren und des Fasses, das Gewicht des in dasselbe eingebrachten Füllgutes und der Druck, mit welchem die Schnecke dasselbe nach abwärts befördert. Das Gewicht des Füllgutes nimmt in dem Maße zu, als das sich nach abwärts bewegende Faß sich füllt. Durch die vorerwähnte Wirkung der Spiralen wird die Gewichtszunahme des Faßinhalts durch das Gegengewicht ausgeglichen, derart, daß der Druck des letzteren stets noch überwiegt. Das Einfüllen geschieht gegen die Differenz dieser Drucke und den Widerstand der Bremse.

Damit bei Fässern verschiedener Größe das Füllgut in allen Horizontalschichten mit gleicher Dichte eingebracht wird, muß dieser Gegendruck constant erhalten werden, was mit den gemeinhin verwendeten, in den verschiedensten Bauarten ausgeführten und bereits erwähnten Hülfsmitteln nicht zu erreichen ist.

Zunächst kann man durch geometrische Formgebung der Rollen oder der Bahn des Gegengewichts nicht bewirken, daß während der gesammten Dauer der Füllung eine praktisch ausreichende Ausgleichung des durch die Füllung neu hinzutretenden Gewichtes stattfindet. Diese Ausgleichung ist für eine einzige Faßgröße nur annähernd herbeizuführen, wird aber hinfällig, wenn die Maschine für Fässer verschiedenen Inhalts benutzt werden soll.

Ferner ist auch erfahrungsgemäß der Widerstand einer Bremse bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen ein außerordentlich schwankender.

Die Folge dieses Umstandes und des dadurch hervorgerufenen sehr variablen Fülldruckes besteht in den meisten Maschinen dieser Art darin, daß das Gewicht damit gepackter gleicher Fässer ganz erhebliche Differenzen aufweist und auch die Pressung in den verschiedenen Horizontalschichten eine sehr ungleiche ist.

Um diese Ungleichmäßigkeiten zu beseitigen, wird bei der Faßpackmaschine „Hilden“ eine Ausgleichvorrichtung verwendet, welche die Bremse auslöst, sobald der Fülldruck eine bestimmte, im Voraus einstellbare Grenze überschreitet.

Diese Vorrichtung ist schematisch in Fig. 92 dargestellt und arbeitet in folgender Weise:

Die mit der Füllschnecke verkeilte lothrechte Welle *sw* ist in der Achsenrichtung verschiebbar; sie würde sich somit durch den vorerwähnten Gegendruck sammt der Schnecke nach Art der Schiffsschraube aus dem Füllgut herausdrehen, wenn sie nicht am oberen Ende durch einen Spurzapfen *sp* niedergehalten würde, der somit durch den Fülldruck in der Richtung von unten nach oben belastet wird. Dieser Zapfen ist an einem einarmigen Hebel *l* befestigt, dessen freies Ende durch eine Zugstange *m* mit dem Gewichtshebel *p*, der die Bremse belastet, verbunden ist. Das an demselben angebrachte Belastungsgewicht *k* übt durch diese Combination von Hebeln und Stangen auf den Zapfen *sp* bezw. die Füllschneckenspindel einen Druck aus, der durch leicht ausführbare Verschiebung des Belastungsgewichtes und Verlegung des Angriffpunktes der Zugstange beliebig geändert werden kann.

Sobald der Fülldruck den durch dieses Belastungsgewicht erzeugten Druck übersteigt, hebt sich die Spindel und drückt den Zapfen und die mit demselben verbundenen Hebel nach oben, wodurch die Bremse, je nach Bedarf, etwas gelüftet oder gänzlich ausgelöst wird. Hierdurch sinkt der Fülldruck, das Gewicht zieht die Bremse an, und der gewünschte Druck stellt sich sofort wieder ein.

Auf diese Weise wird derselbe während des Füllens genau gleichmäßig gehalten, und es ist an der Maschine während des Betriebes wahrzunehmen, wie der Hebel unaufhörlich auf und ab spielt und die Bremse um die erforderlichen Beträge be- und entlastet.

Thatsächlich ist auch die Gewichtsdifferenz für Fässer gleicher Größe eine kaum merkbare.

Zum Schlusse sei noch auf folgende Eigenschaften der Maschine hingewiesen:

Beim Sinken der Plattform erfaßt dieselbe eine an einer Zugstange verstellbare Knagge und rückt dadurch selbstthätig die Maschine aus, sobald das Faß gefüllt ist. Während des Füllens ist das Faß von einem unten offenen Mantel aus Segelleinen umschlossen, der in der Fig. 91 etwas kürzer als normal gezeichnet ist, um den darunter befindlichen Füllrumpf sichtbar zu machen. Durch Anschluß an einen Staubcollector wird nun der Raum zwischen Mantel und Faß abgesaugt und aller Staub, der sich beim Füllen bilden kann, entfernt.

Die betreffende Staubmenge ist übrigens nur eine minimale; da das Füllgut in ununterbrochener Bewegung und unter kräftigem Druck eingefüllt wird.

e) Ausbeuteziffern, Preise und Marktverhältnisse.

Wir recapituliren aus dem Inhalt der vorhergehenden Abschnitte die Ausbeutezahlen für die verschiedenen Rohmaterialien und Arbeitsweisen für die Zwecke einer Calculation und ergänzen dieselben durch uns sonst noch bekannt gewordene Daten.

Es werden erhalten bei der Flammrußfabrikation aus 100 kg Rohmaterial:

Rohmaterial	Ruß kg	Koks kg	Nach Angabe von
Fette Steinkohlen	8,3	40 bis 50	Duhamel (S. 21)
Pech	12 bis 15	50 bis 60	Köhler (S. 21)
Pech	15	—	Zerr u. Rübenkamp, Farbenfabrikation, S. 698
Pech	40	—	Thenius (S. 21)
Theer	15 bis 18	50 bis 60	Köhler (S. 21)
Theer	25	—	Engler (S. 21)
Theer	20 bis 25	—	Zerr u. Rübenkamp
Theeröl, schweres	18 bis 20	50 bis 60	Köhler (S. 21)
Naphtalin	40	—	Zerr u. Rübenkamp
Harz	20	—	Dieselben
Harzrückstände	20	—	Engler
Kienholz	5 bis 6	—	Fabricius (S. 139)
Oel (Gasöl?)	25	—	O. Thalwitzer, D. R.-P. Nr. 50605.

Nach Custodis (Privatmittheilung) schwankt die Ausbeute je nach der Natur des Rohmaterials und der Sorgfalt der Arbeit von 15 bis 35 Proc.

Bei der Lampenrußfabrikation stellen sich die Ausbeuten verschieden, je nachdem das Material in Lampen als Flüssigkeit verbrannt oder vorher vergast wird:

Flüssiges Material	Rußausbeute Proc.	Nach Angabe von
Schweres Theeröl	28 bis 30	Köhler (S. 21)
Petroleum	20	Thalwitzer (S. 21)
Solaröl	25	Derselbe
Oel	16 bis 20	Zerr u. Rübenkamp, Farbenfabrikation, S. 600.

Gasförmiges Material	Rußausbeute Proc.	Nach Angabe von
Oelgas	4 bis 6 vom Oel	Köhler (S. 21)
Oelgas	5,3 vom Oel	Dreyer, D. R.-P. Nr. 44871
Naturgas	0,8	Neff (S. 68)
Naturgas	2,0	Heim (S. 130)
Acetylen	nahezu Theorie	R. Ludwig (S. 123)

Bei der Zersetzung von Acetylen durch Explosion erhalten A. Frank (S. 172) etwa 85 Proc. der Theorie, F. Morani (S. 174) sehr annähernd die theoretische Menge.

Die Preise, welche gegenwärtig für die besseren Rußsorten bezahlt werden, sind die folgenden:

Rußsorte	Art der Fabrikation	Preis für 100 kg
Theerruß	Flammruß	34 Mk.
Oelruß, calcinirt	Flammruß	80 „
Carbon Black	Flammruß	95 „
Peerleß Black	Amerikanischer Lampenruß . .	230 „
Acetylenschwarz	durch Explosion	400 „
Deutscher Gasruß	Lampenruß	550 „

Der Außenhandel des Deutschen Reiches in Ruß, sowie Druckerschwärze und Kupferdruckfarben, die bekanntlich zum großen Theil aus Ruß bestehen, stellt sich für das letzte Jahrzehnt wie folgt:

Jahr	Rußeinfuhr			Rußausfuhr		
	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.
1894	275 000	?	?	1 200 000	56,—	678 000
1895	261 600	77,20	202 000	1 117 300	60,—	670 000
1896	480 800	76,60	368 000	1 051 800	60,—	631 000
1900	689 800	92,—	634 000	2 296 000	40,—	919 000
1901	496 300	91,80	456 000	2 036 900	40,—	815 000
1902	444 400	91,—	405 000	1 867 200	35,—	654 000
1904	530 500	88,—	471 000	2 413 600	32,—	772 000
1905	681 100	88,—	605 000	2 192 800	32,—	702 000

Der Menge nach haben sich also in den letzten 10 Jahren die Ein- und Ausfuhr an Ruß mehr als verdoppelt, während die Zahlen für Druckerschwärze und Kupferdruckfarben in dieser Hinsicht mehr constant geblieben sind:

Druckerschwärze und Kupferdruckfarben.

Jahr	Einfuhr			Ausfuhr		
	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.
1895	22 400	110,—	25 000	1 097 000	95,—	1 042 000
1896	27 700	110,—	30 000	1 141 600	90,—	1 027 000
1900	34 500	100,—	35 000	1 343 800	130,—	1 747 000
1901	27 600	100,—	28 000	1 425 100	130,—	1 853 000
1902	29 800	100,—	30 000	1 326 800	130,—	1 725 000
1904	21 500	100,—	22 000	1 564 000	130,—	2 033 000
1905	26 500	100,—	27 000	1 658 800	130,—	2 156 000

An der Einfuhr von Ruß in das deutsche Zollgebiet sind die Vereinigten Staaten von Nordamerika in hervorragender Weise betheiligt, wie nachstehende Tabelle zeigt. Es betrug die Ausfuhr Amerikas an Carbon Black, Lamp Black und Gas Black:

Jahr	Werth in $	Davon im Durchschnitt nach		
		England $	Deutschland $	Frankreich $
1898	178 000	im Mittel pro Jahr 121 000	im Mittel pro Jahr 82 000	im Mittel pro Jahr 45 000
1899	192 000			
1900	215 000			
1901	306 000			
1902	284 000			
1903	300 000			
1904	402 700	124 000	134 000	37 000
1905	653 600	?	?	?

Die aus Amerika nach Deutschland importirten Ruße sind durchweg von feinster Qualität und werden ausschließlich auf Kunstdruckfarben, Lackleder und feine Lacke verarbeitet. Die Vereinigten Staaten produciren dank ihrer unerschöpflichen Quellen an Naturgas bei Weitem die größte Menge an Lampenruß, während Deutschland für das Massenproduct Flammruß an erster Stelle steht.

Nach Rußland wurden im Jahre 1903 hauptsächlich zur Fabrikation von schwarzen Gummiüberschuhen noch 90 077 Pud im Werthe von 194 263 Rubel importirt, davon aus Deutschland 28 711 Pud im Werthe von 98 034 Rubel.

Von anderen Ruß producirenden Ländern kommt noch besonders Frankreich in Betracht, dessen Außenhandel in Ruß und Ruß enthaltenden Producten sich für das Jahr 1905 wie folgt stellt:

	Einfuhr kg	Ausfuhr kg
Ruß	1 316 000	552 400
Buch- und Steindruckfarben	94 000	2 109 600
Kohlenstifte für elektrische Beleuchtung	109 500	1 302 800

Es betrug ferner der Import und Export der österreich-ungarischen Monarchie für 1904 an Bogenlichtkohle:

Einfuhr	246 000 kg
Davon aus	
Frankreich	31 400 „
Deutschland	214 600 „
Ausfuhr	1 000 000 kg
Davon nach	
England	316 000 „
Holland	216 700 „
Deutschland	64 100 „
den Vereinigten Staaten von Nordamerika	49 700 „

Die gewaltige Zunahme der Ein- und Ausfuhrziffern in Ruß für das Deutsche Reich ist lediglich auf die fortschreitende Entwickelung der Elektrotechnik zurückzuführen, welche dieses Material zur Herstellung elektrischer und galvanischer Kohlen nicht entbehren kann und in immer steigender Menge verbraucht. Aus diesem Grunde kann die wirthschaftliche Lage der Rußindustrie auch für die nächste Zukunft als eine durchaus gesunde betrachtet werden.

V.

Prüfung und Untersuchung des Rußes und der Schwärze.

Für die Prüfung und Untersuchung des Rußes und der Schwärze können sehr verschiedene Gesichtspunkte maßgebend sein. Dies ergiebt sich schon aus der verschiedenen Art der Gewinnung, sowie aus der Mannigfaltigkeit in der Anwendung dieser Producte. Im Allgemeinen kann es sich um die Feststellung der Identität, ob Ruß oder Schwärze, ob Flammruß oder Lampenruß, ob vegetabilische oder thierische Kohle handeln, im Speciellen um die Feststellung der Qualität für den beabsichtigten Zweck, also um Prüfung auf Deckkraft und Nuance einerseits und Entfärbungsvermögen andererseits, sowie endlich um die chemische Untersuchung in Bezug auf Verfälschungen oder die Anwesenheit störender Verunreinigungen. Man hat es also bei der Untersuchung des Rußes und der Schwärzen sowohl mit physikalischen, als auch rein chemischen Untersuchungsmethoden zu thun, deren Auswahl sich ganz nach dem Zweck richtet, den man mit der Untersuchung verfolgt.

Wir geben im Folgenden die hauptsächlichsten dieser Methoden wieder, möchten aber dazu bemerken, daß diese Methoden zum Theil nur dann von Erfolg sein können, wenn sie vergleichsweise neben einem mustergültigen Typ ausgeführt werden. Die Identificirung bezw. Unterscheidung der einzelnen Producte von einander gehört zu den schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie; trotzdem wollen wir versuchen, auch dieser Frage so weit als möglich gerecht zu werden.

1. Untersuchung des Rußes.

In einem früheren Kapitel haben wir bereits kennen gelernt, daß das specifische Gewicht des Rußes um so größer ist, je höher die Temperatur war, bei der er sich aus einer rußenden Flamme ausgeschieden hat. Dieser Umstand giebt uns ein wenigstens einigermaßen zuverlässiges Mittel an die Hand, zu entscheiden, ob ein Ruß als Flammruß zu betrachten oder als Lampenruß zu bezeichnen sein wird. Bei der Verbrennung in Dochtlampen oder — nach der Vergasung des Materials — in Schnittbrennern tritt eine höhere Hitze auf als in der offenen Feuerstelle bei beschränktem Luftzutritt. Lampenruß ist daher auch meist von intensiverer Schwärze als Flammruß und enthält wenig oder gar keine empyreumatischen Stoffe, welche dem Flammruß in der Regel nur dann abgehen, wenn er nochmals calcinirt worden ist. Nicht allein, daß der Kohlenstoff des Lampenrußes

fisch schwererem Zustande ist, drücken
specifische Gewicht des Flammruße
ung des specifischen Gewichts
Anhaltspunkt für die Beur
stellungsweise.
Gewichtes des
Methode.
on Ruß
ch ger
Ba
leicht ver

Ruß . . . . . .
Buch- und Steindruckfarben .
Kohlenstifte für elektrische Bel

Es betrug ferner
Monarchie für 1904
Einfuhr
Davon aus
Frankr
Deut

A
Dav

„ auch nach dem Calciniren, nu
eswegs aber über 1,70 erreicht, steigt du
m Wege hergestellten Ruß bis auf 2,00, ja selbst
., aus verschiedenen Angaben zusammengestellter Tabelle

Herkunft	Specifisches Gewicht	Autor:
Flammruß	1,65 bis 1,70	
Lampenruß aus pennsylv. Erdgas .	1,729	J. R. Santos, loco cit.
Lampenruß aus Acetylengas	1,919	Mixter, Silliman Amer. Journ. 19, 98
Acetylenschwarz durch Explosion mit CO oder CO_2	1,93 bis 2,00	Frank, loco cit.
Acetylenschwarz aus Carbid und CO (graphitartig)	2,00 bis 2,25	Derselbe

Auch in der chemischen Zusammensetzung zeigen sich bemerkenswerthe Unterschiede zwischen Flammruß und Lampenruß. So fand Braconnot[1]) einen aus fetter Steinkohle hergestellten Flammruß von folgender Zusammensetzung:

Kohlenstoff	79,1 Proc.
Harzige und bituminöse Stoffe . . .	7,5 „
Schwefelsaures Ammoniak	3,3 „
„ Kali	0,4 „
Gyps	0,8 „
Phosphorsaurer Kalk	0,3 „
Sand	0,6 „
Feuchtigkeit	8,0 „
	100,0 Proc.

[1]) Dumas, Handbuch d. angew. Chemie 1, 525, 1830.

Dagegen untersuchte J. R. Aetznatronlauge auskocht und im Filtrat
schwarz" im Handel befindlichen ft. Auf demselben Wege erfolgt auch
lgendem Resultat: aus.

Kohlenstoff	ilung und Bewerthung eines Rußes
Wasserstoff	nd Nuance. Die Beurtheilung
Stickstoff	Uebung und große Erfahrung,
Kohlenoxyd	en will. Es ist nicht so leicht,
Kohlensäu	nes Schwarz von einem braun
che	kann es leicht passiren, daß
	Kenner deutlichen Braun-
	das Auge dermaßen zu
	wahrnimmt, die gerade

Alkohol konnte.
bis 225° C. siedenden Ko
werden; die aus Eisenoxyd und man diese Prüfung
vaigen Durchschlag
Brennern.

Noch reiner erwies sich ein Ruß au Qualitäten, die
(S. 7), und ein anderer aus Terpentinöl, den tionsdruckfarben
aus Leuch cht aus. In

Kohlenstoff	99,1 Proc.	tigen Druck-
Wasserstoff	0,9 „	len und in
	100,0 Proc.	99, anderen

erschiede

Von Wichtigkeit sind hier vor Allem die Unterschiede im Feu stande, und Aschengehalt. Beide erklären sich hinreichend aus der Art der Fa und bilden wichtige Fingerzeige für die Beurtheilung der Identität eines Ru m- Bei dem langen Weg, den die Rußtheilchen bei der Flammrußfabrikation durch die n Condensationskammern zu nehmen haben, beladen sie sich mit den gasförmigen Verbrennungsproducten und nehmen bei der Berührung mit dem Mauerwerk derselben abgebröckelten Sand und Kalktheilchen auf, was beim Lampenruß, bei dem die Abscheidung des Rußes in der Regel auf metallischer Fläche und in engstem Raume stattfindet, vollkommen ausgeschlossen ist.

In ähnlicher Weise differirt auch der Gehalt an empyreumatischen Stoffen, der gleichfalls von Wichtigkeit für die Frage nach der Herkunft des Rußes und auch für die Beurtheilung der Qualität von großer Bedeutung ist. Ihre Menge kann bis zu 10 bis 15 Proc., ja selbst noch mehr betragen; in schlechten Rußsorten hat Gaudry[2]) bis zu 50 Proc. theeriger Bestandtheile gefunden. Natürlich fühlt sich der Ruß dann fettig an und läßt sich leicht in der Hand zusammenballen.

In den meisten Fällen sind die empyreumatischen Stoffe, die bei der Fabrikation der Verbrennung entgangen sind, und die der bereits abgeschiedene Ruß in seiner bekannten Absorptionsfähigkeit für derartige Stoffe aufgenommen hat, die Ursache der Braunfärbung desselben. Für gewisse Industriezweige wird ein derartiger, sogenannter „fetter Ruß" verlangt, während er für andere wieder vollkommen frei von Empyreuma sein muß.

1) Dingler's polyt. Journ. 231, 177. — 2) Ann. de Génie civile 1878, p. 161.

also an sich schon von dichterem, daher specifisch schwererem Zustande ist, drücken die erwähnten empyreumatischen Stoffe das specifische Gewicht des Flammrußes nicht unwesentlich herab. Neben der Bestimmung des specifischen Gewichts giebt also auch schon der Gehalt an Empyreuma einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Rußes hinsichtlich seiner Herkunft bezw. Darstellungsweise.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Rußes erfolgt auf die für pulverförmige Körper allgemein übliche Methode. Es ist dabei aber besonders zu bemerken, daß die meisten Sorten von Ruß durch Wasser nicht benetzt werden, und selbst wenn dies der Fall ist, sich gern Luftbläschen in der Flüssigkeit in der Schwebe halten, die an den feinen Partikelchen adhäriren und kaum zu entfernen sind. Als Flüssigkeit verwendet man daher bei der Bestimmung am besten starken Alkohol, der sich mit Ruß leicht vermischt und aus dem die Luftbläschen sich leicht beseitigen lassen.

Während gewöhnlicher Flammruß, auch nach dem Calciniren, nur selten ein specifisches Gewicht von 1,65, keineswegs aber über 1,70 erreicht, steigt dasselbe bei Lampen- und auf anderem Wege hergestellten Ruß bis auf 2,00, ja selbst 2,25, wie aus folgender, aus verschiedenen Angaben zusammengestellter Tabelle ersichtlich ist:

Herkunft	Specifisches Gewicht	Autor:
Flammruß	1,65 bis 1,70	
Lampenruß aus pennsylv. Erdgas .	1,729	J. R. Santos, loco cit.
Lampenruß aus Acetylengas	1,919	Mixter, Silliman Amer. Journ. 19, 98
Acetylenschwarz durch Explosion mit CO oder CO_2	1,93 bis 2,00	Frank, loco cit.
Acetylenschwarz aus Carbid und CO (graphitartig)	2,00 bis 2,25	Derselbe

Auch in der chemischen Zusammensetzung zeigen sich bemerkenswerthe Unterschiede zwischen Flammruß und Lampenruß. So fand Braconnot[1]) einen aus fetter Steinkohle hergestellten Flammruß von folgender Zusammensetzung:

Kohlenstoff	79,1 Proc.
Harzige und bituminöse Stoffe . . .	7,5 „
Schwefelsaures Ammoniak	3,3 „
„ Kali	0,4 „
Gyps	0,8 „
Phosphorsaurer Kalk	0,3 „
Sand	0,6 „
Feuchtigkeit	8,0 „
	100,0 Proc.

[1]) Dumas, Handbuch d. angew. Chemie 1, 525, 1830.

Dagegen unterſuchte J. R. Santos[1]) den unter dem Namen „Diamantſchwarz“ im Handel befindlichen Lampenruß aus pennſylvaniſchem Naturgas mit folgendem Reſultat:

Kohlenſtoff	95,057 Proc.
Waſſerſtoff	0,665 „
Stickſtoff	0,776 „
Kohlenoxyd	1,378 „
Kohlenſäure	1,386 „
Aſche	0,056 „
Feuchtigkeit	0,682 „
	100,000 Proc.

Durch Alkohol konnten dem Schwarz 0,024 Proc. eines gelbgefärbten, von 215 bis 225° C. ſiedenden Kohlenwaſſerſtoffs, wahrſcheinlich Naphtalin, entzogen werden; die aus Eiſenoxyd und Kupferoxyd beſtehende Aſche ſtammt aus den Brennern.

Noch reiner erwies ſich ein Ruß aus gewöhnlichem Leuchtgas, den Stein (S. 7), und ein anderer aus Terpentinöl, den Kubel (S. 8) unterſucht hat:

	aus Leuchtgas	aus Terpentinöl
Kohlenſtoff	99,1 Proc.	99,0 Proc.
Waſſerſtoff	0,9 „	0,6 „
	100,0 Proc.	99,6 Proc.

Von Wichtigkeit ſind hier vor Allem die Unterſchiede im Feuchtigkeits- und Aſchengehalt. Beide erklären ſich hinreichend aus der Art der Fabrikation und bilden wichtige Fingerzeige für die Beurtheilung der Identität eines Rußes. Bei dem langen Weg, den die Rußtheilchen bei der Flammrußfabrikation durch die Condenſationskammern zu nehmen haben, beladen ſie ſich mit den gasförmigen Verbrennungsproducten und nehmen bei der Berührung mit dem Mauerwerk derſelben abgebröckelten Sand und Kalktheilchen auf, was beim Lampenruß, bei dem die Abſcheidung des Rußes in der Regel auf metalliſcher Fläche und in engſtem Raume ſtattfindet, vollkommen ausgeſchloſſen iſt.

In ähnlicher Weiſe differirt auch der Gehalt an empyreumatiſchen Stoffen, der gleichfalls von Wichtigkeit für die Frage nach der Herkunft des Rußes und auch für die Beurtheilung der Qualität von großer Bedeutung iſt. Ihre Menge kann bis zu 10 bis 15 Proc., ja ſelbſt noch mehr betragen; in ſchlechten Rußſorten hat Gaudry[2]) bis zu 50 Proc. theeriger Beſtandtheile gefunden. Natürlich fühlt ſich der Ruß dann fettig an und läßt ſich leicht in der Hand zuſammenballen.

In den meiſten Fällen ſind die empyreumatiſchen Stoffe, die bei der Fabrikation der Verbrennung entgangen ſind, und die der bereits abgeſchiedene Ruß in ſeiner bekannten Abſorptionsfähigkeit für derartige Stoffe aufgenommen hat, die Urſache der Braunfärbung deſſelben. Für gewiſſe Induſtriezweige wird ein derartiger, ſogenannter „fetter Ruß“ verlangt, während er für andere wieder vollkommen frei von Empyreuma ſein muß.

[1]) Dingler's polyt. Journ. 231, 177. — [2]) Ann. de Génie civile 1878, p. 161.

also an sich schon von dichterem, daher specifisch schwererem Zustande ist, drücken die erwähnten empyreumatischen Stoffe das specifische Gewicht des Flammrußes nicht unwesentlich herab. Neben der Bestimmung des specifischen Gewichts giebt also auch schon der Gehalt an Empyreuma einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Rußes hinsichtlich seiner Herkunft bezw. Darstellungsweise.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Rußes erfolgt auf die für pulverförmige Körper allgemein übliche Methode. Es ist dabei aber besonders zu bemerken, daß die meisten Sorten von Ruß durch Wasser nicht benetzt werden, und selbst wenn dies der Fall ist, sich gern Luftbläschen in der Flüssigkeit in der Schwebe halten, die an den feinen Partikelchen adhäriren und kaum zu entfernen sind. Als Flüssigkeit verwendet man daher bei der Bestimmung am besten starken Alkohol, der sich mit Ruß leicht vermischt und aus dem die Luftbläschen sich leicht beseitigen lassen.

Während gewöhnlicher Flammruß, auch nach dem Calciniren, nur selten ein specifisches Gewicht von 1,65, keineswegs aber über 1,70 erreicht, steigt dasselbe bei Lampen- und auf anderem Wege hergestellten Ruß bis auf 2,00, ja selbst 2,25, wie aus folgender, aus verschiedenen Angaben zusammengestellter Tabelle ersichtlich ist:

Herkunft	Specifisches Gewicht	Autor:
Flammruß	1,65 bis 1,70	
Lampenruß aus pennsylv. Erdgas .	1,729	J. R. Santos, loco cit.
Lampenruß aus Acetylengas	1,919	Mixter, Silliman Amer. Journ. 19, 98
Acetylenschwarz durch Explosion mit CO oder CO_2	1,93 bis 2,00	Frank, loco cit.
Acetylenschwarz aus Carbid und CO (graphitartig)	2,00 bis 2,25	Derselbe

Auch in der chemischen Zusammensetzung zeigen sich bemerkenswerthe Unterschiede zwischen Flammruß und Lampenruß. So fand Braconnot[1]) einen aus fetter Steinkohle hergestellten Flammruß von folgender Zusammensetzung:

Kohlenstoff	79,1 Proc.
Harzige und bituminöse Stoffe . . .	7,5 „
Schwefelsaures Ammoniak	3,3 „
„ Kali	0,4 „
Gyps	0,8 „
Phosphorsaurer Kalk	0,3 „
Sand	0,6 „
Feuchtigkeit	8,0 „
	100,0 Proc.

[1]) Dumas, Handbuch d. angew. Chemie 1, 525, 1830.

Dagegen untersuchte J. R. Santos[1]) den unter dem Namen „Diamantschwarz“ im Handel befindlichen Lampenruß aus pennsylvanischem Naturgas mit folgendem Resultat:

Kohlenstoff	95,057 Proc.
Wasserstoff	0,665 „
Stickstoff	0,776 „
Kohlenoxyd	1,378 „
Kohlensäure	1,386 „
Asche	0,056 „
Feuchtigkeit	0,682 „
	100,000 Proc.

Durch Alkohol konnten dem Schwarz 0,024 Proc. eines gelbgefärbten, von 215 bis 225° C. siedenden Kohlenwasserstoffs, wahrscheinlich Naphtalin, entzogen werden; die aus Eisenoxyd und Kupferoxyd bestehende Asche stammt aus den Brennern.

Noch reiner erwies sich ein Ruß aus gewöhnlichem Leuchtgas, den Stein (S. 7), und ein anderer aus Terpentinöl, den Kubel (S. 8) untersucht hat:

	aus Leuchtgas	aus Terpentinöl
Kohlenstoff	99,1 Proc.	99,0 Proc.
Wasserstoff	0,9 „	0,6 „
	100,0 Proc.	99,6 Proc.

Von Wichtigkeit sind hier vor Allem die Unterschiede im Feuchtigkeits- und Aschengehalt. Beide erklären sich hinreichend aus der Art der Fabrikation und bilden wichtige Fingerzeige für die Beurtheilung der Identität eines Rußes. Bei dem langen Weg, den die Rußtheilchen bei der Flammrußfabrikation durch die Condensationskammern zu nehmen haben, beladen sie sich mit den gasförmigen Verbrennungsproducten und nehmen bei der Berührung mit dem Mauerwerk derselben abgebröckelten Sand und Kalktheilchen auf, was beim Lampenruß, bei dem die Abscheidung des Rußes in der Regel auf metallischer Fläche und in engstem Raume stattfindet, vollkommen ausgeschlossen ist.

In ähnlicher Weise differirt auch der Gehalt an empyreumatischen Stoffen, der gleichfalls von Wichtigkeit für die Frage nach der Herkunft des Rußes und auch für die Beurtheilung der Qualität von großer Bedeutung ist. Ihre Menge kann bis zu 10 bis 15 Proc., ja selbst noch mehr betragen; in schlechten Rußsorten hat Gaudry[2]) bis zu 50 Proc. theeriger Bestandtheile gefunden. Natürlich fühlt sich der Ruß dann fettig an und läßt sich leicht in der Hand zusammenballen.

In den meisten Fällen sind die empyreumatischen Stoffe, die bei der Fabrikation der Verbrennung entgangen sind, und die der bereits abgeschiedene Ruß in seiner bekannten Absorptionsfähigkeit für derartige Stoffe aufgenommen hat, die Ursache der Braunfärbung desselben. Für gewisse Industriezweige wird ein derartiger, sogenannter „fetter Ruß“ verlangt, während er für andere wieder vollkommen frei von Empyreuma sein muß.

[1]) Dingler's polyt. Journ. 231, 177. — [2]) Ann. de Génie civile 1878, p. 161.

Da diese brenzligen Producte in Alkohol und Benzol ꝛc., wie wir gesehen haben, mit mehr oder weniger brauner Farbe löslich sind, so gelingt ihr Nachweis leicht bei folgender Probe: Auf ein reines Stück weißes Papier von circa 10 cm im Quadrat giebt man einige Tropfen Spiritus oder Benzol, bringt mittelst der angefeuchteten Fingerspitze den zu untersuchenden Ruß auf das Papier und reibt ihn mit dem Benzol oder Sprit möglichst gleichmäßig und deckend an. Nach dem Trockenwerden der Fläche hat man Folgendes zu beachten: Man besieht sich die Rückseite des Papiers und beobachtet, ob die Flüssigkeit, welche das Papier durchdrungen hat, beim Verdunsten einen gelben Fleck, sogenannten Durchschlag, hinterlassen hat. Bei feinen Rußsorten bleibt die Rückseite weiß, bei gewöhnlichen, d. h. solchen, die viel Schweelproducte enthalten, zeigt sich ein gelber Durchschlag, der auch die angestrichene Fläche mit einem gelben Rande umgiebt. Calcinirter Ruß ist immer „weiß durchschlagend", während bessere Rußsorten einen schwach gelben, gewöhnliche aber einen ins Braune ziehenden Durchschlag geben. Durch Vergleich mit dem Typ bei gutem Tageslicht bestimmt man die Nuance. Gute Rußsorten, besonders Lampenruße, zeigen, auf Papier aufgestrichen, stets einen eigenthümlichen, sammetartigen Lüster bei geeigneter Betrachtung („über die Hand", wie der technische Ausdruck lautet), gewöhnlichen Sorten geht derselbe mehr oder weniger ab.

Dem Gehalt an empyreumatischen Stoffen schreibt Gaudry die vielfach beobachtete Zerstörung der von ihm gedeckten Unterlagen (Papier, Eisen) zu, und es ist daher begreiflich, daß ihre Bestimmung unter Umständen nöthig wird. In der Regel wird dieselbe in der Weise ausgeführt, daß man in einen Porcellantiegel mit durchbohrtem Deckel eine bestimmte Menge des Rußes fest einstampft und denselben im Wasserstoffstrome längere Zeit glüht. Sobald die Flamme des austretenden Wasserstoffs nichtleuchtend geworden ist, ist der Proceß beendigt, und man läßt im Wasserstoffstrome vollständig erkalten. Die Gewichtsdifferenz ergiebt die Menge der flüchtigen Producte. Man darf bei diesem Verfahren den Wasserstoff nur in sehr langsamem Strome eintreten lassen, weil er sonst beträchtliche Mengen Ruß mit fortführt.

Diese Methode kommt, wie wir noch bemerken wollen, auch häufig zur Controle des Betriebes in Anwendung, wenn es sich darum handelt, die Producte der verschiedenen Rußkammern oder verschiedener Arbeitsperioden zu sortiren, oder im Voraus zu bestimmen, wie viel Verlust ein Ruß bei der Calcination erleidet. Für den ersten Fall genügt aber meistens schon die Strichprobe mit Aether oder Benzol auf weißem Papier.

Genauere Resultate als die Calcination giebt natürlich die Extraction der theerigen Stoffe mit Chloroform oder Benzol, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß manche Rußsorten in Folge ihrer feinen Vertheilung bei der Filtration theilweise mit durch das Filter gehen.

Der durch das Empyreuma verursachten braunstichigen („fuchsigen") Farbe des Rußes sucht man häufig durch „Bläuen" desselben aufzuhelfen; das geschieht, indem man den Ruß mit der nöthigen Menge Berlinerblau in geeigneten Mischmaschinen aufs Innigste vermischt. Der Zusatz von Berlinerblau giebt dem Ruß gleichzeitig ein feurigeres Lustre, kann aber leicht nachgewiesen werden,

wenn man den Ruß mit Aetzkali- oder Aetznatronlauge auskocht und im Filtrat mit Eisenchloridlösung auf Ferrocyan prüft. Auf demselben Wege erfolgt auch die quantitative Bestimmung des Berlinerblaus.

Von größter Wichtigkeit für die Beurtheilung und Bewerthung eines Rußes ist natürlich die Prüfung auf Deckkraft und Nuance. Die Beurtheilung eines Rußes in dieser Beziehung erfordert lange Uebung und große Erfahrung, wenn man sich nicht schweren Täuschungen aussetzen will. Es ist nicht so leicht, wie es auf den ersten Blick erscheint, ein wirklich reines Schwarz von einem braun nuancirten zu unterscheiden, und dem ungeübten Auge kann es leicht passiren, daß es einen Ruß für tadellos schwarz ansieht, der für den Kenner deutlichen Braunstich zeigt. Nur durch fortgesetzte Uebung gelingt es, das Auge dermaßen zu schärfen, daß es die geringen Differenzen in der Nuance wahrnimmt, die gerade beim Schwarz besonders schwierig zu finden sind.

Wir haben schon angegeben, auf welche einfache Weise man diese Prüfung durch eine sog. Strichprobe ausführt, die auch zugleich den etwaigen Durchschlag des Rußes kennen lehrt. Für die Beurtheilung besonders guter Qualitäten, die den höchsten Anforderungen für die Herstellung feinster Illustrationsdruckfarben zu genügen haben, reicht natürlich ein so primitives Verfahren nicht aus. In diesem Falle muß man sich aus dem Ruß in kleinem Maßstab die fertigen Druckfarben, am besten in einer renommirten Fabrik dieser Branche herstellen und in einer Kunstdruckerei vergleichsweise Illustrationsproben mit dieser und anderen Druckfarben auf absolut weißem Papier ausführen lassen. Größere Unterschiede im Ton und der Tiefe springen dann sofort in die Augen, und man ist im Stande, selbst ganz kleine Differenzen noch leicht wahrzunehmen.

Mit der Prüfung auf die Nuance verbindet man in der Regel die Bestimmung der Deckkraft. Bronner[1]) hat den Satz aufgestellt, daß zwischen dem specifischen Gewicht einer Farbe und ihrer Deckkraft ein sehr inniger Zusammenhang existirt: je größer die Feinheit und je geringer das specifische Gewicht einer und derselben Farbe, desto größer ist auch ihre Deckkraft. Bekanntlich wird noch heute vielfach ein entgegengesetzter Standpunkt eingenommen, aber wie Bronn[2]) überzeugend dargethan, mit Unrecht. Die Deckkraft eines Oelfarbenanstriches z. B. wird bestimmt durch das Volumen, bezw. die Schichthöhe des festen Farbstoffes auf der angestrichenen Fläche, und man behauptet oft, daß beispielsweise Bleiweiß viel besser decke als Zinkweiß. Zieht man aber in Betracht, daß man zum Anreiben der Farbstoffe Oelmengen zu nehmen hat, die sich umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten, so ist leicht einzusehen, daß man in solchem Falle auch gleiche Deckungseffecte erzielen kann. Verreibt man z. B. 1 kg Bleiweiß (= 152,2 ccm) mit 5 Liter Leinöl und 1 kg Zinkweiß (= 185,2 ccm) mit 6 Liter Leinöl, so kann man mit der so erhaltenen Zinkfarbe eine um etwa ein Fünftel größere Fläche anstreichen, und die Schichthöhe der aufgetragenen festen Farben wird in beiden Fällen die gleiche sein.

Diese Verhältnisse sind auch für die Beurtheilung der Deckkraft eines Rußes von Wichtigkeit; ein specifisch leichter Ruß wird also eine relativ größere Deck-

[1]) Techn. Mitth. für Malerei 1891, S. 27. — [2]) Chem. Ind. 1906, S. 110.

Ferner ist auch erfahrungsgemäß der Widerstand einer Bremse bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen ein außerordentlich schwankender.

Die Folge dieses Umstandes und des dadurch hervorgerufenen sehr variablen Fülldruckes besteht in den meisten Maschinen dieser Art darin, daß das Gewicht damit gepackter gleicher Fässer ganz erhebliche Differenzen aufweist und auch die Pressung in den verschiedenen Horizontalschichten eine sehr ungleiche ist.

Um diese Ungleichmäßigkeiten zu beseitigen, wird bei der Faßpackmaschine „Hilden" eine Ausgleichvorrichtung verwendet, welche die Bremse auslöst, sobald der Fülldruck eine bestimmte, im Voraus einstellbare Grenze überschreitet.

Diese Vorrichtung ist schematisch in Fig. 92 dargestellt und arbeitet in folgender Weise:

Die mit der Füllschnecke verkeilte lothrechte Welle *sw* ist in der Achsenrichtung verschiebbar; sie würde sich somit durch den vorerwähnten Gegendruck sammt der Schnecke nach Art der Schiffsschraube aus dem Füllgut herausdrehen, wenn sie nicht am oberen Ende durch einen Spurzapfen *sp* niedergehalten würde, der somit durch den Fülldruck in der Richtung von unten nach oben belastet wird. Dieser Zapfen ist an einem einarmigen Hebel *l* befestigt, dessen freies Ende durch eine Zugstange *m* mit dem Gewichtshebel *p*, der die Bremse belastet, verbunden ist. Das an demselben angebrachte Belastungsgewicht *k* übt durch diese Combination von Hebeln und Stangen auf den Zapfen *sp* bezw. die Füllschneckenspindel einen Druck aus, der durch leicht ausführbare Verschiebung des Belastungsgewichtes und Verlegung des Angriffpunktes der Zugstange beliebig geändert werden kann.

Sobald der Fülldruck den durch dieses Belastungsgewicht erzeugten Druck übersteigt, hebt sich die Spindel und drückt den Zapfen und die mit demselben verbundenen Hebel nach oben, wodurch die Bremse, je nach Bedarf, etwas gelüftet oder gänzlich ausgelöst wird. Hierdurch sinkt der Fülldruck, das Gewicht zieht die Bremse an, und der gewünschte Druck stellt sich sofort wieder ein.

Auf diese Weise wird derselbe während des Füllens genau gleichmäßig gehalten, und es ist an der Maschine während des Betriebes wahrzunehmen, wie der Hebel unaufhörlich auf und ab spielt und die Bremse um die erforderlichen Beträge be- und entlastet.

Thatsächlich ist auch die Gewichtsdifferenz für Fässer gleicher Größe eine kaum merkbare.

Zum Schlusse sei noch auf folgende Eigenschaften der Maschine hingewiesen:

Beim Sinken der Plattform erfaßt dieselbe eine an einer Zugstange verstellbare Knagge und rückt dadurch selbstthätig die Maschine aus, sobald das Faß gefüllt ist. Während des Füllens ist das Faß von einem unten offenen Mantel aus Segelleinen umschlossen, der in der Fig. 91 etwas kürzer als normal gezeichnet ist, um den darunter befindlichen Füllrumpf sichtbar zu machen. Durch Anschluß an einen Staubcollector wird nun der Raum zwischen Mantel und Faß abgesaugt und aller Staub, der sich beim Füllen bilden kann, entfernt.

Die betreffende Staubmenge ist übrigens nur eine minimale; da das Füllgut in ununterbrochener Bewegung und unter kräftigem Druck eingefüllt wird.

e) Ausbeuteziffern, Preise und Marktverhältnisse.

Wir recapituliren aus dem Inhalt der vorhergehenden Abschnitte die Ausbeutezahlen für die verschiedenen Rohmaterialien und Arbeitsweisen für die Zwecke einer Calculation und ergänzen dieselben durch uns sonst noch bekannt gewordene Daten.

Es werden erhalten bei der Flammrußfabrikation aus 100 kg Rohmaterial:

Rohmaterial	Ruß kg	Koks kg	Nach Angabe von
Fette Steinkohlen	8,3	40 bis 50	Duhamel (S. 21)
Pech	12 bis 15	50 bis 60	Köhler (S. 21)
Pech	15	—	Zerr u. Rübenkamp, Farbenfabrikation, S. 698
Pech	40	—	Thenius (S. 21)
Theer	15 bis 18	50 bis 60	Köhler (S. 21)
Theer	25	—	Engler (S. 21)
Theer	20 bis 25	—	Zerr u. Rübenkamp
Theeröl, schweres	18 bis 20	50 bis 60	Köhler (S. 21)
Naphtalin	40	—	Zerr u. Rübenkamp
Harz	20	—	Dieselben
Harzrückstände	20	—	Engler
Kienholz	5 bis 6	—	Fabricius (S. 139)
Oel (Gasöl?)	25	—	O. Thalwitzer, D. R.-P. Nr. 50605.

Nach Custodis (Privatmittheilung) schwankt die Ausbeute je nach der Natur des Rohmaterials und der Sorgfalt der Arbeit von 15 bis 35 Proc.

Bei der Lampenrußfabrikation stellen sich die Ausbeuten verschieden, je nachdem das Material in Lampen als Flüssigkeit verbrannt oder vorher vergast wird:

Flüssiges Material	Rußausbeute Proc.	Nach Angabe von
Schweres Theeröl	28 bis 30	Köhler (S. 21)
Petroleum	20	Thalwitzer (S. 21)
Solaröl	25	Derselbe
Oel	16 bis 20	Zerr u. Rübenkamp, Farbenfabrikation, S. 600.

Gasförmiges Material	Rußausbeute Proc.	Nach Angabe von
Oelgas	4 bis 6 vom Oel	Köhler (S. 21)
Oelgas	5,3 vom Oel	Dreyer, D. R.-P. Nr. 44871
Naturgas	0,8	Neff (S. 68)
Naturgas	2,0	Heim (S. 130)
Acetylen	nahezu Theorie	R. Ludwig (S. 123)

Bei der Zersetzung von Acetylen durch Explosion erhalten A. Frank (S. 172) etwa 85 Proc. der Theorie, F. Morani (S. 174) sehr annähernd die theoretische Menge.

Die Preise, welche gegenwärtig für die besseren Rußsorten bezahlt werden, sind die folgenden:

Rußsorte	Art der Fabrikation	Preis für 100 kg
Theerruß	Flammruß	34 Mk.
Oelruß, calcinirt	Flammruß	80 „
Carbon Black	Flammruß	95 „
Peerleß Black	Amerikanischer Lampenruß . .	230 „
Acetylenschwarz	durch Explosion	400 „
Deutscher Gasruß	Lampenruß	550 „

Der Außenhandel des Deutschen Reiches in Ruß, sowie Druckerschwärze und Kupferdruckfarben, die bekanntlich zum großen Theil aus Ruß bestehen, stellt sich für das letzte Jahrzehnt wie folgt:

Jahr	Rußeinfuhr			Rußausfuhr		
	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.
1894	275 000	?	?	1 200 000	56,—	678 000
1895	261 600	77,20	202 000	1 117 300	60,—	670 000
1896	480 800	76,60	368 000	1 051 800	60,—	631 000
1900	689 800	92,—	634 000	2 296 000	40,—	919 000
1901	496 300	91,80	456 000	2 036 900	40,—	815 000
1902	444 400	91,—	405 000	1 867 200	35,—	654 000
1904	530 500	88,—	471 000	2 413 600	32,—	772 000
1905	681 100	88,—	605 000	2 192 800	32,—	702 000

Der Menge nach haben sich also in den letzten 10 Jahren die Ein- und Ausfuhr an Ruß mehr als verdoppelt, während die Zahlen für Druckerschwärze und Kupferdruckfarben in dieser Hinsicht mehr constant geblieben sind:

Druckerschwärze und Kupferdruckfarben.

Jahr	Einfuhr			Ausfuhr		
	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.	Kilogramm	Durchschnittspreis pro 100 kg Mk.	Gesammtwerth Mk.
1895	22 400	110,—	25 000	1 097 000	95,—	1 042 000
1896	27 700	110,—	30 000	1 141 600	90,—	1 027 000
1900	34 500	100,—	35 000	1 343 800	130,—	1 747 000
1901	27 600	100,—	28 000	1 425 100	130,—	1 853 000
1902	29 800	100,—	30 000	1 326 800	130,—	1 725 000
1904	21 500	100,—	22 000	1 564 000	130,—	2 033 000
1905	26 500	100,—	27 000	1 658 800	130,—	2 156 000

An der Einfuhr von Ruß in das deutsche Zollgebiet sind die Vereinigten Staaten von Nordamerika in hervorragender Weise betheiligt, wie nachstehende Tabelle zeigt. Es betrug die Ausfuhr Amerikas an Carbon Black, Lamp Black und Gas Black:

Jahr	Werth in $	Davon im Durchschnitt nach		
		England $	Deutschland $	Frankreich $
1898	178 000	im Mittel pro Jahr 121 000	im Mittel pro Jahr 82 000	im Mittel pro Jahr 45 000
1899	192 000			
1900	215 000			
1901	306 000			
1902	284 000			
1903	300 000			
1904	402 700	124 000	134 000	37 000
1905	653 600	?	?	?

Die aus Amerika nach Deutschland importirten Ruße sind durchweg von feinster Qualität und werden ausschließlich auf Kunstdruckfarben, Lackleder und feine Lacke verarbeitet. Die Vereinigten Staaten produciren dank ihrer unerschöpflichen Quellen an Naturgas bei Weitem die größte Menge an Lampenruß, während Deutschland für das Massenproduct Flammruß an erster Stelle steht.

Nach Rußland wurden im Jahre 1903 hauptsächlich zur Fabrikation von schwarzen Gummiüberschuhen noch 90 077 Pud im Werthe von 194 263 Rubel importirt, davon aus Deutschland 28 711 Pud im Werthe von 98 034 Rubel.

Von anderen Ruß producirenden Ländern kommt noch besonders Frankreich in Betracht, dessen Außenhandel in Ruß und Ruß enthaltenden Producten sich für das Jahr 1905 wie folgt stellt:

	Einfuhr kg	Ausfuhr kg
Ruß	1 316 000	552 400
Buch- und Steindruckfarben	94 000	2 109 600
Kohlenstifte für elektrische Beleuchtung	109 500	1 302 800

Es betrug ferner der Import und Export der österreich-ungarischen Monarchie für 1904 an Bogenlichtkohle:

Einfuhr	246 000 kg
Davon aus	
Frankreich	31 400 „
Deutschland	214 600 „
Ausfuhr	1 000 000 kg
Davon nach	
England	316 000 „
Holland	216 700 „
Deutschland	64 100 „
den Vereinigten Staaten von Nordamerika	49 700 „

Die gewaltige Zunahme der Ein- und Ausfuhrziffern in Ruß für das Deutsche Reich ist lediglich auf die fortschreitende Entwickelung der Elektrotechnik zurückzuführen, welche dieses Material zur Herstellung elektrischer und galvanischer Kohlen nicht entbehren kann und in immer steigender Menge verbraucht. Aus diesem Grunde kann die wirthschaftliche Lage der Rußindustrie auch für die nächste Zukunft als eine durchaus gesunde betrachtet werden.

V.

Prüfung und Untersuchung des Rußes und der Schwärze.

Für die Prüfung und Untersuchung des Rußes und der Schwärze können sehr verschiedene Gesichtspunkte maßgebend sein. Dies ergiebt sich schon aus der verschiedenen Art der Gewinnung, sowie aus der Mannigfaltigkeit in der Anwendung dieser Producte. Im Allgemeinen kann es sich um die Feststellung der Identität, ob Ruß oder Schwärze, ob Flammruß oder Lampenruß, ob vegetabilische oder thierische Kohle handeln, im Speciellen um die Feststellung der Qualität für den beabsichtigten Zweck, also um Prüfung auf Deckkraft und Nuance einerseits und Entfärbungsvermögen andererseits, sowie endlich um die chemische Untersuchung in Bezug auf Verfälschungen oder die Anwesenheit störender Verunreinigungen. Man hat es also bei der Untersuchung des Rußes und der Schwärzen sowohl mit physikalischen, als auch rein chemischen Untersuchungsmethoden zu thun, deren Auswahl sich ganz nach dem Zweck richtet, den man mit der Untersuchung verfolgt.

Wir geben im Folgenden die hauptsächlichsten dieser Methoden wieder, möchten aber dazu bemerken, daß diese Methoden zum Theil nur dann von Erfolg sein können, wenn sie vergleichsweise neben einem mustergültigen Typ ausgeführt werden. Die Identificirung bezw. Unterscheidung der einzelnen Producte von einander gehört zu den schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie; trotzdem wollen wir versuchen, auch dieser Frage so weit als möglich gerecht zu werden.

1. Untersuchung des Rußes.

In einem früheren Kapitel haben wir bereits kennen gelernt, daß das specifische Gewicht des Rußes um so größer ist, je höher die Temperatur war, bei der er sich aus einer rußenden Flamme ausgeschieden hat. Dieser Umstand giebt uns ein wenigstens einigermaßen zuverlässiges Mittel an die Hand, zu entscheiden, ob ein Ruß als Flammruß zu betrachten oder als Lampenruß zu bezeichnen sein wird. Bei der Verbrennung in Dochtlampen oder — nach der Vergasung des Materials — in Schnittbrennern tritt eine höhere Hitze auf als in der offenen Feuerstelle bei beschränktem Luftzutritt. Lampenruß ist daher auch meist von intensiverer Schwärze als Flammruß und enthält wenig oder gar keine empyreumatischen Stoffe, welche dem Flammruß in der Regel nur dann abgehen, wenn er nochmals calcinirt worden ist. Nicht allein, daß der Kohlenstoff des Lampenrußes

also an sich schon von dichterem, daher specifisch schwererem Zustande ist, drücken die erwähnten empyreumatischen Stoffe das specifische Gewicht des Flammrußes nicht unwesentlich herab. Neben der Bestimmung des specifischen Gewichts giebt also auch schon der Gehalt an Empyreuma einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Rußes hinsichtlich seiner Herkunft bezw. Darstellungsweise.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Rußes erfolgt auf die für pulverförmige Körper allgemein übliche Methode. Es ist dabei aber besonders zu bemerken, daß die meisten Sorten von Ruß durch Wasser nicht benetzt werden, und selbst wenn dies der Fall ist, sich gern Luftbläschen in der Flüssigkeit in der Schwebe halten, die an den feinen Partikelchen adhäriren und kaum zu entfernen sind. Als Flüssigkeit verwendet man daher bei der Bestimmung am besten starken Alkohol, der sich mit Ruß leicht vermischt und aus dem die Luftbläschen sich leicht beseitigen lassen.

Während gewöhnlicher Flammruß, auch nach dem Calciniren, nur selten ein specifisches Gewicht von 1,65, keineswegs aber über 1,70 erreicht, steigt dasselbe bei Lampen- und auf anderem Wege hergestellten Ruß bis auf 2,00, ja selbst 2,25, wie aus folgender, aus verschiedenen Angaben zusammengestellter Tabelle ersichtlich ist:

Herkunft	Specifisches Gewicht	Autor:
Flammruß	1,65 bis 1,70	
Lampenruß aus pennsylv. Erdgas .	1,729	J. R. Santos, loco cit.
Lampenruß aus Acetylengas	1,919	Mixter, Silliman Amer. Journ. 19, 98
Acetylenschwarz durch Explosion mit CO oder CO_2	1,93 bis 2,00	Frank, loco cit.
Acetylenschwarz aus Carbid und CO (graphitartig)	2,00 bis 2,25	Derselbe

Auch in der chemischen Zusammensetzung zeigen sich bemerkenswerthe Unterschiede zwischen Flammruß und Lampenruß. So fand Braconnot[1]) einen aus fetter Steinkohle hergestellten Flammruß von folgender Zusammensetzung:

Kohlenstoff	79,1 Proc.
Harzige und bituminöse Stoffe . . .	7,5 „
Schwefelsaures Ammoniak	3,3 „
„ Kali	0,4 „
Gyps	0,8 „
Phosphorsaurer Kalk	0,3 „
Sand	0,6 „
Feuchtigkeit	8,0 „
	100,0 Proc.

[1]) Dumas, Handbuch d. angew. Chemie 1, 525, 1830.

Dagegen untersuchte J. R. Santos[1]) den unter dem Namen „Diamantschwarz“ im Handel befindlichen Lampenruß aus pennsylvanischem Naturgas mit folgendem Resultat:

Kohlenstoff	95,057 Proc.
Wasserstoff	0,665 „
Stickstoff	0,776 „
Kohlenoxyd	1,378 „
Kohlensäure	1,386 „
Asche	0,056 „
Feuchtigkeit	0,682 „
	100,000 Proc.

Durch Alkohol konnten dem Schwarz 0,024 Proc. eines gelbgefärbten, von 215 bis 225° C. siedenden Kohlenwasserstoffs, wahrscheinlich Naphtalin, entzogen werden; die aus Eisenoxyd und Kupferoxyd bestehende Asche stammt aus den Brennern.

Noch reiner erwies sich ein Ruß aus gewöhnlichem Leuchtgas, den Stein (S. 7), und ein anderer aus Terpentinöl, den Kubel (S. 8) untersucht hat:

	aus Leuchtgas	aus Terpentinöl
Kohlenstoff	99,1 Proc.	99,0 Proc.
Wasserstoff	0,9 „	0,6 „
	100,0 Proc.	99,6 Proc.

Von Wichtigkeit sind hier vor Allem die Unterschiede im Feuchtigkeits- und Aschengehalt. Beide erklären sich hinreichend aus der Art der Fabrikation und bilden wichtige Fingerzeige für die Beurtheilung der Identität eines Rußes. Bei dem langen Weg, den die Rußtheilchen bei der Flammrußfabrikation durch die Condensationskammern zu nehmen haben, beladen sie sich mit den gasförmigen Verbrennungsproducten und nehmen bei der Berührung mit dem Mauerwerk derselben abgebröckelten Sand und Kalktheilchen auf, was beim Lampenruß, bei dem die Abscheidung des Rußes in der Regel auf metallischer Fläche und in engstem Raume stattfindet, vollkommen ausgeschlossen ist.

In ähnlicher Weise differirt auch der Gehalt an empyreumatischen Stoffen, der gleichfalls von Wichtigkeit für die Frage nach der Herkunft des Rußes und auch für die Beurtheilung der Qualität von großer Bedeutung ist. Ihre Menge kann bis zu 10 bis 15 Proc., ja selbst noch mehr betragen; in schlechten Rußsorten hat Gaudry[2]) bis zu 50 Proc. theeriger Bestandtheile gefunden. Natürlich fühlt sich der Ruß dann fettig an und läßt sich leicht in der Hand zusammenballen.

In den meisten Fällen sind die empyreumatischen Stoffe, die bei der Fabrikation der Verbrennung entgangen sind, und die der bereits abgeschiedene Ruß in seiner bekannten Absorptionsfähigkeit für derartige Stoffe aufgenommen hat, die Ursache der Braunfärbung desselben. Für gewisse Industriezweige wird ein derartiger, sogenannter „fetter Ruß“ verlangt, während er für andere wieder vollkommen frei von Empyreuma sein muß.

[1]) Dingler's polyt. Journ. 231, 177. — [2]) Ann. de Génie civile 1878, p. 161.

Da diese brenzligen Producte in Alkohol und Benzol ꝛc., wie wir gesehen haben, mit mehr oder weniger brauner Farbe löslich sind, so gelingt ihr Nachweis leicht bei folgender Probe: Auf ein reines Stück weißes Papier von circa 10 cm im Quadrat giebt man einige Tropfen Spiritus oder Benzol, bringt mittelst der angefeuchteten Fingerspitze den zu untersuchenden Ruß auf das Papier und reibt ihn mit dem Benzol oder Sprit möglichst gleichmäßig und deckend an. Nach dem Trockenwerden der Fläche hat man Folgendes zu beachten: Man besieht sich die Rückseite des Papiers und beobachtet, ob die Flüssigkeit, welche das Papier durchdrungen hat, beim Verdunsten einen gelben Fleck, sogenannten Durchschlag, hinterlassen hat. Bei feinen Rußsorten bleibt die Rückseite weiß, bei gewöhnlichen, d. h. solchen, die viel Schweelproducte enthalten, zeigt sich ein gelber Durchschlag, der auch die angestrichene Fläche mit einem gelben Rande umgiebt. Calcinirter Ruß ist immer „weiß durchschlagend", während bessere Rußsorten einen schwach gelben, gewöhnliche aber einen ins Braune ziehenden Durchschlag geben. Durch Vergleich mit dem Typ bei gutem Tageslicht bestimmt man die Nuance. Gute Rußsorten, besonders Lampenruße, zeigen, auf Papier aufgestrichen, stets einen eigenthümlichen, sammetartigen Lüster bei geeigneter Betrachtung („über die Hand", wie der technische Ausdruck lautet), gewöhnlichen Sorten geht derselbe mehr oder weniger ab.

Dem Gehalt an empyreumatischen Stoffen schreibt Gaudry die vielfach beobachtete Zerstörung der von ihm gedeckten Unterlagen (Papier, Eisen) zu, und es ist daher begreiflich, daß ihre Bestimmung unter Umständen nöthig wird. In der Regel wird dieselbe in der Weise ausgeführt, daß man in einen Porcellantiegel mit durchbohrtem Deckel eine bestimmte Menge des Rußes fest einstampft und denselben im Wasserstoffstrome längere Zeit glüht. Sobald die Flamme des austretenden Wasserstoffs nichtleuchtend geworden ist, ist der Proceß beendigt, und man läßt im Wasserstoffstrome vollständig erkalten. Die Gewichtsdifferenz ergiebt die Menge der flüchtigen Producte. Man darf bei diesem Verfahren den Wasserstoff nur in sehr langsamem Strome eintreten lassen, weil er sonst beträchtliche Mengen Ruß mit fortführt.

Diese Methode kommt, wie wir noch bemerken wollen, auch häufig zur Controle des Betriebes in Anwendung, wenn es sich darum handelt, die Producte der verschiedenen Rußkammern oder verschiedener Arbeitsperioden zu sortiren, oder im Voraus zu bestimmen, wie viel Verlust ein Ruß bei der Calcination erleidet. Für den ersten Fall genügt aber meistens schon die Strichprobe mit Aether oder Benzol auf weißem Papier.

Genauere Resultate als die Calcination giebt natürlich die Extraction der theerigen Stoffe mit Chloroform oder Benzol, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß manche Rußsorten in Folge ihrer feinen Vertheilung bei der Filtration theilweise mit durch das Filter gehen.

Der durch das Empyreuma verursachten braunstichigen („fuchsigen") Farbe des Rußes sucht man häufig durch „Bläuen" desselben aufzuhelfen; das geschieht, indem man den Ruß mit der nöthigen Menge Berlinerblau in geeigneten Mischmaschinen aufs Innigste vermischt. Der Zusatz von Berlinerblau giebt dem Ruß gleichzeitig ein feurigeres Lustre, kann aber leicht nachgewiesen werden,

wenn man den Ruß mit Aetzkali- oder Aetznatronlauge auskocht und im Filtrat mit Eisenchloridlösung auf Ferrocyan prüft. Auf demselben Wege erfolgt auch die quantitative Bestimmung des Berlinerblaus.

Von größter Wichtigkeit für die Beurtheilung und Bewerthung eines Rußes ist natürlich die Prüfung auf Deckkraft und Nuance. Die Beurtheilung eines Rußes in dieser Beziehung erfordert lange Uebung und große Erfahrung, wenn man sich nicht schweren Täuschungen aussetzen will. Es ist nicht so leicht, wie es auf den ersten Blick erscheint, ein wirklich reines Schwarz von einem braun nuancirten zu unterscheiden, und dem ungeübten Auge kann es leicht passiren, daß es einen Ruß für tadellos schwarz ansieht, der für den Kenner deutlichen Braunstich zeigt. Nur durch fortgesetzte Uebung gelingt es, das Auge dermaßen zu schärfen, daß es die geringen Differenzen in der Nuance wahrnimmt, die gerade beim Schwarz besonders schwierig zu finden sind.

Wir haben schon angegeben, auf welche einfache Weise man diese Prüfung durch eine sog. Strichprobe ausführt, die auch zugleich den etwaigen Durchschlag des Rußes kennen lehrt. Für die Beurtheilung besonders guter Qualitäten, die den höchsten Anforderungen für die Herstellung feinster Illustrationsdruckfarben zu genügen haben, reicht natürlich ein so primitives Verfahren nicht aus. In diesem Falle muß man sich aus dem Ruß in kleinem Maßstab die fertigen Druckfarben, am besten in einer renommirten Fabrik dieser Branche herstellen und in einer Kunstdruckerei vergleichsweise Illustrationsproben mit dieser und anderen Druckfarben auf absolut weißem Papier ausführen lassen. Größere Unterschiede im Ton und der Tiefe springen dann sofort in die Augen, und man ist im Stande, selbst ganz kleine Differenzen noch leicht wahrzunehmen.

Mit der Prüfung auf die Nuance verbindet man in der Regel die Bestimmung der Deckkraft. Bronner[1]) hat den Satz aufgestellt, daß zwischen dem specifischen Gewicht einer Farbe und ihrer Deckkraft ein sehr inniger Zusammenhang existirt: je größer die Feinheit und je geringer das specifische Gewicht einer und derselben Farbe, desto größer ist auch ihre Deckkraft. Bekanntlich wird noch heute vielfach ein entgegengesetzter Standpunkt eingenommen, aber wie Bronn[2]) überzeugend dargethan, mit Unrecht. Die Deckkraft eines Oelfarbenanstriches z. B. wird bestimmt durch das Volumen, bezw. die Schichthöhe des festen Farbstoffes auf der angestrichenen Fläche, und man behauptet oft, daß beispielsweise Bleiweiß viel besser decke als Zinkweiß. Zieht man aber in Betracht, daß man zum Anreiben der Farbstoffe Oelmengen zu nehmen hat, die sich umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten, so ist leicht einzusehen, daß man in solchem Falle auch gleiche Deckungseffecte erzielen kann. Verreibt man z. B. 1 kg Bleiweiß (= 152,2 ccm) mit 5 Liter Leinöl und 1 kg Zinkweiß (= 185,2 ccm) mit 6 Liter Leinöl, so kann man mit der so erhaltenen Zinkfarbe eine um etwa ein Fünftel größere Fläche anstreichen, und die Schichthöhe der aufgetragenen festen Farben wird in beiden Fällen die gleiche sein.

Diese Verhältnisse sind auch für die Beurtheilung der Deckkraft eines Rußes von Wichtigkeit; ein specifisch leichter Ruß wird also eine relativ größere Deck-

[1]) Techn. Mitth. für Malerei 1891, S. 27. — [2]) Chem. Ind. 1906, S. 110.

kraft beſitzen als ein ſpecifiſch ſchwerer, aber hier ſpielt eben die Tiefe des Tones die entſcheidende Rolle.

Als Norm für die Deckkraft eines Rußes hat Keßler[1]) angegeben, daß

1 Gran Kienruß, mit
2 „ Gummi und
24 Tropfen Waſſer

auf das Feinſte abgerieben, eine Fläche von 50 Quadratzoll, vermittelſt eines Haarpinſels aufgeſtrichen, vollſtändig decken müſſe.

Mit Recht macht Runge[1]) dieſem Verfahren den Vorwurf der Ungenauigkeit, da die Tropfen ſehr ungleich ſein können, und ſelbſt 24 große Tropfen kaum hinreichen würden, um 50 Quadratzoll Oberfläche zu benetzen, da ferner das Waſſer beim Anreiben verdunſtet und auch Farbe im Pinſel bleibt. Er ſchlägt daher vor, die Miſchung in einem größeren Verhältniß zu machen und davon einen gewogenen Theil aufzuſtreichen. Nach ihm reibt man in der Reibſchale 5 g Kienruß mit 10 g Sprit zu einem gleichmäßigen Teig an, dem man nachher 100 g Gummiwaſſer, welche 10 g Gummi enthalten, unter gutem Durcheinanderarbeiten zuſetzt. Mittelſt eines trockenen Pinſels nimmt man etwas Farbe heraus und ſtreicht dieſelbe nach dem Wägen des Pinſels auf weißes Schreibpapier, welches in Quadratcentimeter eingetheilt iſt. Man zählt die Anzahl der geſchwärzten Quadrate, wägt den Pinſel zurück und findet auf dieſe Weiſe die Deckkraft des fraglichen Rußes im Vergleich zum Typ. Dieſe Methode iſt natürlicherweiſe auch zur Unterſuchung der Schwärzen anwendbar.

Neuerdings benutzt man zur Beſtimmung der Deckkraft und Reinheit der Ruße, wie überhaupt aller ſchwarzen Farben ein viel einfacheres und genaueres Verfahren. Es beruht dies auf der Miſchung dieſer Materialien mit einem indifferenten, weißen Pulver, am beſten Bleiweiß, Zinkweiß oder Kaolin. Wird reinſter Ruß mit weißen Körpern innig gemiſcht, ſo entſteht ein Grau von reinem Ton; je mehr brenzlige Producte ein Ruß enthält, deſto unreiner, brauner nuancirt, fuchſiger wird das Grau, und deſto geringer iſt auch ſeine Deckkraft.

Nach W. Stein[2]) nimmt man 0,5 g einer Normalſubſtanz, deren Werth man kennt, zerreibt ſie auf das Feinſte und miſcht nach und nach 5 g Kaolin zu. Die gleiche Menge des zu unterſuchenden Productes behandelt man ebenſo, wobei man zugleich Gelegenheit hat, den Farbenton zu beobachten. Iſt nach beendigter Miſchung die Farbe in beiden Fällen gleich, ſo beſitzen auch beide Materialien gleiche Färbekraft. Erweiſt ſich die der zu beurtheilenden Subſtanz geringer, ſo miſcht man der Normalprobe abgewogene Mengen des weißen Pulvers nach und nach ſo lange bei, bis beide Farben gleiche Höhe erkennen laſſen. Iſt das Umgekehrte der Fall, ſo wird der zu beurtheilenden Probe weißes Pulver in derſelben Weiſe beigemiſcht. Das Färbevermögen verhält ſich dann wie die Menge an zugeſetztem weißen Pulver. Weſentlich vereinfacht und erleichtert wird die Arbeit, wenn man ſich von der Normalprobe eine ganze Reihe von Normalmiſchungen mit verſchiedenen Mengen weißen Pulvers herſtellt, um damit ſofort die zu unter-

[1]) Runge, Grundriß der Chemie, München 1846, S. 65. — [2]) Die Prüfung der Zeugfarben und Farbmaterialien. Eutin 1874, S. 10.

suchende Probe vergleichen zu können. Unter allen Umständen ist eine richtige Beurtheilung der Farben nur möglich, wenn die Mischung auf das Innigste bewirkt worden ist und man von jeder Mischung eine möglichst gleich große Menge auf ein Blatt Papier gebracht und ganz flach gedrückt hat.

Gentele[1]) schlägt vor, 2 g des Rußes mit Oel neben der gleichen Menge des Types anzureiben und dann Bleiweiß zuzusetzen, bis die Proben beim Aufstreichen gleich grau sind. Es mag wohl sein, daß die Resultate dieser Probe in Bezug auf die Deckkraft zuverlässiger sind als die der vorigen, da eine innige Mischung dabei leichter zu erreichen ist; hingegen läßt sich die Nuance zweifellos nach dem Verfahren von Stein besser bestimmen.

Zur Unterscheidung des Rußes von Schwärze genügt die Bestimmung des Aschengehaltes, der selbst in mit Säure stark extrahirten Schwärzen immer beträchtlich höher ist als im Ruß. Auf dem gleichen Wege läßt sich auch eine Verfälschung des Rußes mit Schwärze oder, was zuweilen zur Erhöhung des Gewichtes vorkommt, mit specifisch schweren mineralischen Bestandtheilen, hauptsächlich Schwerspath und Baryumcarbonat, leicht feststellen. Auch die mikroskopische Untersuchung ist hier von großem Werth; man erkennt neben dem molekular-feinen Ruß ohne jegliche Bruchflächen, Kanten und Ecken mit Leichtigkeit die Einlagerungen von Fremdkörpern der erwähnten Art an der Größe des Kornes, sowie seiner äußeren Beschaffenheit.

2. Untersuchung der Schwärze.

Bei der Prüfung einer Schwärze als Farbe handelt es sich in der Regel nur um die Feststellung ihres Werthes als Pigment.

Die Prüfung auf Nuance und Deckkraft erfolgt in gleicher Weise, wie bei Ruß angegeben. Schwärzen geben keinen oder nur einen sehr geringen Durchschlag; will man dieselben nach dem erwähnten Verfahren prüfen, so muß man statt Sprit oder Benzol eine dünne Leimlösung zum Anreiben benutzen, weil dieselben in Folge ihrer weit weniger feinen Vertheilung nach dem Abtrocknen der Flüssigkeit wieder abspringen.

Zur raschen Identificirung der Schwärzen bedient man sich häufig der entfärbenden Wirkung der Knochenkohle, welche dieselbe auf gefärbte Flüssigkeiten vegetabilischen Ursprunges, z. B. Rothwein, Lackmustinctur, Caramellösung ꝛc., ausübt, und welche allen anderen Schwarzfarben fast vollständig abgeht. Man hat nur nöthig, eine derartige Flüssigkeit längere Zeit mit dem zu prüfenden Material zu kochen, zu filtriren und das Filtrat mit der ursprünglichen Flüssigkeit zu vergleichen, um zu entscheiden, ob eine Schwärze aus thierischen Abfällen bereitet worden ist oder nicht.

Dies ist zwar für die meisten Zwecke ganz gleichgültig, allein es kommt doch häufig vor, daß man in die Lage versetzt wird, ein Elfenbeinschwarz, das, wie wir gesehen haben, meistens nur den Namen trägt, auf seinen wahren Ursprung zu prüfen. Zur Charakterisirung der thierischen Kohle genügt es nach

[1]) Lehrbuch der Farbenfabrikation. Braunschweig 1880, S. 397.

H. Krätzer[1]), 10 g der Substanz in einem Porcellantiegel zu veraschen. Besteht dieselbe aus Thierkohle, so darf sie nur $^1/_{10}$ ihres Gewichtes verlieren.

Beide Methoden sind indessen nur bedingt zulässig. Wir haben gesehen, daß nicht nur thierische Kohle entfärbende Wirkungen besitzt, sondern auch vegetabilische, wenn sie nur in richtiger Weise verarbeitet worden ist. Ebenso wird Knochenkohle häufig zur Erhöhung ihrer färbenden Eigenschaft durch Extraction mit Salzsäure von ihrem Gehalt an mineralischen Bestandtheilen befreit.

Frisch geglühte, nicht mit Salzsäure behandelte thierische Kohle enthält Cyan in Verbindung mit Calcium in leicht nachweisbaren Mengen. Die Untersuchung auf Cyanverbindungen geschieht nach Weiler[2]) wie folgt:

Etwa 200 g Kohle werden mit kaltem Wasser extrahirt und die erhaltene Lösung unter Zusatz von einigen Tropfen Schwefelammonium in einer Porcellanschale auf einen ganz kleinen Rückstand eingedampft; bei Gegenwart von Cyancalcium bildet sich Calciumrhodanid, das an der blutrothen Eisenreaction leicht zu erkennen ist.

Die Natur einer Schwärze ergiebt sich häufig schon aus dem Aeußeren ihrer Asche. Beinschwarz liefert eine weiß brennende, in Salzsäure und Salpetersäure beinahe vollständig lösliche Asche, während Schwärze vegetabilischer Abstammung und namentlich Mineralschwarz einen dunkler gefärbten oder überhaupt nicht weiß zu brennenden Glührückstand liefern. Dieses Verhalten ist auf die Verbrennungsfähigkeit des darin enthaltenen Kohlenstoffs oder auf die Natur der Aschenbestandtheile zurückzuführen, ist aber nie ganz zuverlässig.

Es ist daher stets zu empfehlen, eine qualitative Untersuchung der Aschen auszuführen, um sichere Resultate zu erzielen. So weiß man z. B., daß der Hauptbestandtheil der Knochenasche phosphorsaurer Kalk (ca. 78 Proc.) ist, daß die Asche von Braunkohlen größtentheils aus Gyps, kohlensaurem und kieselsaurem Kalk, Thonerde und Eisenoxyd besteht, und kann daher leicht aus der Menge der gebildeten Niederschläge ꝛc. auf die Natur des Productes schließen. Rebschwarz dagegen zeigt die allgemeine Zusammensetzung der Pflanzenaschen.

In der auf S. 193 abgedruckten Tabelle geben wir die mittlere Zusammensetzung einiger Aschen, sowie des als Schwarzfarbe benutzten natürlichen Kohlenschiefers an, deren Kenntniß zur Orientirung werthvolles Material liefert.

Es ist zu derselben zu erwähnen, daß die Aschenanalyse für Braunkohle aus den Resultaten der Analysen von Kremers, Varrentrapp, Köttig und Sonnenschein für die Braunkohlen von Artern, Helmstedt, Groß-Prießen, Edelény, Meißner berechnet worden ist, also jedenfalls eine brauchbare Durchschnittszahl repräsentirt, zumal sie auch noch den mittleren Gehalt verschiedener Fundorte darstellt. Die Analysenzahlen für Knochenasche sind der Durchschnitt von fünf Analysen Völker's nach Abzug der Feuchtigkeit und des Sandes.

Wir haben die charakteristischen Bestandtheile der verschiedenen Aschen durch fetten Druck hervorgehoben und gelangen zu folgendem Resultat: Die Asche eines Mineralschwarz zeichnet sich aus durch ihren vorwiegenden Gehalt an kieselsaurer

---

[1]) Neueste Erfindungen und Erfahrungen 8, 11. Chem.-Ztg. 1881, S. 42. — [2]) Muspratt, Chemie 4, 1379, 4. Aufl. 1893.

Bestandtheile	Kohlenschiefer (nach C. Bischof)	Braunkohlenasche (Durchschnitt)	Torfasche	Rebenasche (Mittel aus Kern und Ranke) nach Graschauer	Knochenasche nach Völker
Wasser und org. Substanz	7,43	—	—	—	—
Kali	3,16	1,77	0,50	28,57	0,91
Natron	0,25	1,32	0,60	5,79	
Kalk	0,09	23,09	15,30	32,86	51,65
Magnesia	0,59	2,36	1,30	7,37	1,40
Thonerde	21,73	16,14	14,40	—	0,25
Eisenoxydul	4,73	—	—	—	
Eisenoxyd	—	15,23	8,70	—	
Kieselsäure	61,91	19,23	45,50	1,07	—
Kohlensäure	—	0,70	10,10	—	1,02
Schwefelsäure	—	20,22	2,60	2,50	0,45
Phosphorsäure	—	—	1,30	24,20	41,02
Chlor	—	—	—	0,35	—

Thonerde, welcher stets ein sicherer Anhaltspunkt zur Identificirung sein wird. Beim Einäschern eines solchen Schwarz zeigt sich, daß der darin enthaltene Kohlenstoff nur sehr schwer verbrennlich ist; die Asche bleibt daher stets dunkel gefärbt. Für Braunkohlenschwarz ist ein verhältnißmäßig hoher Gehalt an Eisenoxyd und Gyps bezeichnend; die Asche bleibt mehr oder weniger gefärbt. Die Torfasche unterscheidet sich wenig hiervon, hat aber stets einen geringen Gehalt an Phosphorsäure, meistens mehr Kieselsäure und Kalk aufzuweisen und ist von weißer, weißgrauer oder rothgelber Farbe.

Die Asche einer Schwärze vegetabilischen Ursprungs kann nicht ohne Weiteres mit der betreffenden Pflanzenasche verglichen werden. Man muß in diesem Falle berücksichtigen, daß Pflanzenaschen eine beträchtliche Menge wasserlöslicher Stoffe (hauptsächlich Kalisalze) enthalten, welche der Schwärze schon während der Fabrikation (beim nassen Mahlen) entzogen werden. Dessen ungeachtet läßt sich unter Berücksichtigung der normalen Bestandtheile der Pflanzen Kali, Kalk und Magnesia einerseits, Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure andererseits immerhin mit einiger Sicherheit ein Schluß ziehen. Dazu kommt noch, daß die fossilen Rohmaterialien einen so viel bedeutenderen Gehalt an Kieselsäure zeigen, daß eine Verwechselung nicht leicht vorkommen kann.

Die Knochenasche endlich ist durch ihren hervorragenden Gehalt an phosphorsaurem Kalk hinlänglich charakterisirt. In Folge des Mangels an gefärbten Metalloxyden ist sie meistens von ganz weißer Farbe.

Fassen wir schließlich die Resultate der vorstehenden Aschenanalysen noch tabellarisch zusammen, so gelangen wir zu folgendem Schema, das sich zur raschen und sicheren Beurtheilung einer Schwärze recht gut eignet, wenn man sich gleichzeitig eines mustergültigen Typs bedient.

Bezeichnung der Schwärze	Farbe der Asche	Löslichkeit in concentrirter Salzsäure	Hauptbestandtheile
Mineralschwarz . .	dunkelgrau	fast unlöslich	Thonerdesilicat
Braunkohlenschwarz .	rostgelb	zum Theil löslich	Gyps, Eisenoxyd und Thonerde
Rebschwarz	hellgrau	größtentheils löslich	Kalk, Magnesia und Phosphorsäure
Beinschwarz	weiß	fast ganz löslich	phosphors. Kalk

Bei Anwendung der vorstehend geschilderten Methoden auf die Werthbestimmung von Schwarzfarben wird man stets ein durchaus zuverlässiges Resultat erzielen. Die Verwerthung der Aschenanalyse zur Identificirung derselben liefert in manchen Fällen, namentlich, wenn man es mit Gemischen zu thun hat, zweifelhafte Resultate. In diesem Falle ist die quantitative Bestimmung einiger Haupt- oder charakteristischer Bestandtheile im Vergleich zu reiner Waare auszuführen.

Schließlich muß indessen doch darauf hingewiesen werden, daß diese Verhältnisse sich vollkommen verschieben können, wenn man es, wie z. B. bei Pariser Schwarz oder feinstem Elfenbeinschwarz, mit Stoffen zu thun hat, denen die Mineralbestandtheile durch eine Behandlung mit Salzsäure zum größten Theil entzogen worden sind. In solchen Fällen ist indessen die Provenienz der Schwärze meist gleichgültig, und ihr Werth hängt einzig und allein von ihrem Farbton und ihren sonstigen Eigenschaften als Farbe ab.

3. Chemische Untersuchung von angeriebenen Ruß- und Schwarzfarben.

Die im Handel vorkommenden trockenen Rußschwarze sind selten mit mineralischen Substanzen verfälscht, denn die reinen und feineren Rußsorten stehen unverhältnißmäßig viel höher im Preise als die weniger guten, so daß sich durch die Verfälschung ein Vortheil nicht leicht erzielen läßt. Indessen ist es hin und wieder beobachtet worden, daß dem Ruß Schwerspath zugesetzt worden war, von dem er ziemliche Mengen verträgt. Weit häufiger finden sich derartige Zusätze bei den angeriebenen schwarzen Farben, den Oelfarben geringerer Qualität, während bei den Schwärzen in Folge ihres billigen Preises Zusätze beinahe ausgeschlossen sind. Bei der Untersuchung von Oelfarben befolgt man den gleichen Gang wie bei den trockenen Farben, nur muß man denselben zuvor durch Extraction mit Aether, Schwefelkohlenstoff oder Benzin ihren Oelgehalt entziehen.

Zu diesem Zwecke wird eine abgewogene Probe der Farbe in einem Extractionsapparat mit Rückflußkühler durch das betreffende Lösungsmittel entfettet, getrocknet und zurückgewogen; man erfährt auf diese Weise gleichzeitig die Menge des zum Anreiben benutzten Oeles und kann nach Verdunstung des Lösungsmittels auch dieses selbst auf seine Natur prüfen. Man kann diese

Operation einfach in der Weise ausführen, daß man die Farbe in einem Kolben mit Kühlrohr mit dem Lösungsmittel kocht und die kochende Flüssigkeit durch ein Filter laufen läßt. Durch Nachwaschen mit Extractionsmittel befreit man den Farberückstand vollkommen von öligen Producten und trocknet ihn bei mäßiger Temperatur. Zweckmäßiger verwendet man dazu aber einen der gebräuchlichen Extractionsapparate, von denen der Drechsel'sche oder der Thörner'sche die geeignetsten sind.

Manche angeriebenen Farben enthalten als Bindemittel Gummi, thierischen Leim, Honig oder aber Harz, Wachs und Balsame. Hierher gehören die Aquarellfarben und die feucht bleibenden Moistfarben. Handelt es sich darum, die Natur des Pigmentes derselben zu ermitteln, so werden dieselben zunächst mit kochendem Wasser extrahirt und, falls es sich zeigt, daß sie gleichzeitig noch ein darin unlösliches Bindemittel enthalten, darauf eine zweite Extraction mit Aether oder Benzin ꝛc. folgen lassen. Im Uebrigen verweisen wir bezüglich der vollständigen Analyse derartiger gebrauchsfertiger Farben auf das vorzügliche Werk von Gentele[1]), welches sich hierüber ausführlich verbreitet.

Hat man das Pigment einer angeriebenen Farbe auf die angegebene Weise isolirt, so erfolgt die weitere Untersuchung nach den für die trockenen Farben gültigen Gesichtspunkten.

4. Prüfung und Untersuchung der Entfärbungskohle[2]).

Von einer guten Entfärbungskohle verlangt man in erster Linie größtmöglichste entfärbende Kraft, geringsten Feuchtigkeitsgehalt, sowie Abwesenheit solcher Bestandtheile, welche sich in der zu entfärbenden Substanz oder deren Lösungsmittel lösen und so das Endproduct verunreinigen könnten. Ebenso zahlreich wie die zu entfärbenden Substanzen selbst sind die Lösungsmittel, die hier in Frage kommen und theils saurer, theils alkalischer, theils neutraler Natur sind. Eine gute Entfärbungskohle darf also weder an Alkohol, Aether, Chloroform, Kohlenwasserstoffe und andere organische Substanzen und Lösungsmittel, noch an Wasser, Säuren, Alkalien ꝛc. Bestandtheile abgeben. Solche Bestandtheile können sein Feuchtigkeit, empyreumatische Stoffe, Salze, Oxyde der Alkali-, Erdalkali- und Schwermetalle, Schwefelverbindungen ꝛc. ꝛc. In manchen Fällen wird ein Bestandtheil, der in anderen bedeutungslos ist, von störendstem Einfluß sein, aber da man nie im Voraus wissen kann, wozu eine Entfärbungskohle später verwendet werden soll, so ist es eben nöthig, daß ein gutes Product allen Anforderungen entspricht.

Die Prüfung und Untersuchung der Entfärbungskohle kann sich daher erstrecken auf die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes, des Gehaltes an empyreumatischen Stoffen, an wasser-, säure- und alkalilöslichen Substanzen, sowie des Gehaltes an solchen Materien, welche in den gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln löslich sind. Das Wichtigste bleibt aber die Bestimmung der

[1]) Lehrbuch der Farbenfabrikation. Braunschweig 1880. — [2]) Größtentheils nach Muspratt's Chemie 4, 1358 u. ff., 4. Aufl.

entfärbenden Kraft derſelben. Selten wird auch die Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes in Frage kommen, die dann eben nach der bei der Unterſuchung des Rußes angegebenen Methode, aber unter Benutzung von Waſſer an Stelle von Alkohol ausgeführt wird.

Ob eine Kohle animaliſchen, vegetabiliſchen oder anderen Urſprungs iſt, iſt in den meiſten Fällen gleichgültig, wenn nur ihr Entfärbungsvermögen den geſtellten Bedingungen entſpricht. Kommt dieſer Fall doch einmal vor, ſo läßt er ſich nach den bei der Unterſuchung der Schwärze gegebenen Grundſätzen mit einiger Sicherheit erledigen.

Zur Beſtimmung der Feuchtigkeit wägt man ſich etwa 5 g der Kohle im Wägegläschen ab und trocknet während einer Stunde bei nicht über 120°. Ein allzulanges Erhitzen, ſowie die Anwendung einer höheren Temperatur als 120° iſt zu vermeiden, weil eine allmähliche Verbrennung des Kohlenſtoffs an der Luft ſtattfindet, und zwar in um ſo höherem Maße, bei je höherer Temperatur man arbeitet; man würde daher ſcheinbar einen zu hohen Waſſergehalt finden, auch ſind bei dieſer Temperatur ſchon etwa vorhandene empyreumatiſche Stoffe flüchtig. Erfahrungsgemäß iſt eine einſtündige Trocknung bei 120° zur Erlangung richtiger Reſultate ausreichend. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß man das Trocknen bis zur Gewichtsconſtanz fortſetzt.

In manchen Fällen kann auch die Beſtimmung des Gehaltes an wirkſamem Kohlenſtoff verlangt werden. Daß es ſich dabei nicht um Kohlenſtoff in rein chemiſchem Sinne handeln kann, iſt nach dem bereits früher Geſagten ohne Weiteres klar: die hier als „Kohlenſtoff“ in Frage kommende Materie iſt in den meiſten Fällen der bei der Verkohlung hinterbleibende ſtickſtoffhaltige Reſt des Materials, und man nimmt in dieſen Fällen an, daß nicht der reine Kohlenſtoff, ſondern gerade die ſtickſtoffhaltige Kohle den wirkſamen Beſtandtheil der Entfärbungskohle repräſentirt. Eine Beſtimmung des Kohlenſtoffs nach der Methode der organiſchen Elementaranalyſe würde alſo hier zu falſchen Reſultaten führen; ebenſo die Differenzbeſtimmung durch Veraſchung nach Entfernung der Feuchtigkeit und etwaiger empyreumatiſcher Stoffe, falls die Kohle noch Carbonate und phosphorſaure Salze enthält. Die einzig richtige Methode beſteht in der Abſcheidung des Kohlenſtoffs und Trennung von den ihn begleitenden anorganiſchen Stoffen.

F. Stolba[1]) hat dazu ein vereinfachtes Verfahren angegeben, das wie folgt ausgeführt wird: Etwa 5 g der feingepulverten Durchſchnittsprobe übergießt man in einem Becherglas mit 50 ccm Waſſer, ſetzt allmählich ebenſoviel concentrirte Salzſäure zu und erhitzt zum Sieden. Man läßt klar abſitzen, gießt die über der Kohle ſtehende Flüſſigkeit vorſichtig ab und wiederholt dies Verfahren noch ein zweites Mal. Dann ſpült man den Inhalt des Becherglaſes quantitativ auf ein Filter und wäſcht mit Waſſer bis zum Verſchwinden der Chlorreaction im Filtrat aus, wobei man dafür ſorgt, daß ſich der geſammte Rückſtand zuletzt in der Spitze des Filters befindet.

---

[1]) Dingler's polyt. Journ. 186, 47.

Man trocknet bei 120° und bringt den Inhalt des vor- und nachher gewogenen Filters, sowie dieses selbst in einem Platintiegel zur Veraschung. Der Rückstand nach Abzug der Filterasche ist Sand, sowie sonstige unlösliche Materie, die Differenz zwischen diesem Gewicht und dem der mit Salzsäure ausgekochten Kohle aber als wirksamer Kohlenstoff anzusprechen.

Den Gehalt an empyreumatischen Stoffen findet man, wie unter Ruß angegeben, die Bestimmung der säure- 2c. löslichen Stoffe erfolgt nach bekannten Methoden.

Die Bestimmung der entfärbenden Kraft der Kohle läßt sich sowohl auf chemischem, wie auch auf optischem Wege ausführen. Die chemische Methode ist u. A. von A. von Schwarz[1]) und von Schober[2]) ausgebildet worden. Sie gründet sich auf die Absorptionsfähigkeit der Kohle für Indigocarmin und Messung des Ueberschusses an letzterem durch übermangansaures Kali, wobei als Normallösungen die folgenden verwandt werden:

1. eine Lösung von 6 g Indigocarmin in 1 Liter Wasser;

2. eine Lösung von 1 g Kaliumpermanganat in 1 Liter Wasser, deren gegenseitigen Wirkungswerth man vorher festgestellt hat. Zu diesem Zwecke werden 10 ccm der Indigocarminlösung mit dem gleichen Volum verdünnter Schwefelsäure (1 : 5 Wasser) versetzt und aus einer Bürette so lange unter gutem Umschütteln von der Normalchamäleonlösung zufließen lassen, bis die Farbe der Indigolösung durch Grün plötzlich in reines Gelb übergeht. Es seien dazu z. B. 8,8 ccm übermangansaures Kali erforderlich gewesen.

Von der zu prüfenden Kohle bringt man 1 g mit 50 ccm der Indigolösung (oder ein Vielfaches dieser Verhältnisse) in ein Kölbchen, verschließt mit einem Stöpsel und läßt unter häufigerem Umschütteln 24 Stunden stehen; dann filtrirt man durch ein trockenes Filter und bestimmt wieder, wie viel übermangansaures Kali zur Zerstörung der Farbe in 10 ccm Filtrat erforderlich ist. Es seien nunmehr 4,3 ccm Permanganat gebraucht worden. Es ist demnach klar, daß eine der Titerdifferenz entsprechende Menge von Indigo von der Kohle absorbirt ist, oder daß die Kohle in dem Verhältniß Indigofarbstoff aufgenommen hat, wie durch 8,8—4,3 = 4,5 ccm übermangansaures Kali zerstört worden wäre. Setzt man den ursprünglichen Werth 8,8 = 100, so sind 51,5 Proc. des Farbstoffs von der Kohle aufgenommen worden. Vergleichende Bestimmungen mit Kohle von bekanntem Wirkungswerth führen dann zur Werthbestimmung für das betreffende Muster.

Um den Grad der Entfärbung einer Flüssigkeit und damit das Entfärbungsvermögen einer Kohle vergleichsweise in Zahlen auszudrücken, verfuhr Payen[3]) so, daß er die nicht durch Kohle filtrirte Probeflüssigkeit (wässerige Caramellösung von bestimmtem Gehalt) und die über Kohle filtrirte in verschieden starken Schichten vergleicht, bis die Farbe beider gleich ist. Wenn dann bei gleicher Farbenintensität die Schicht der entfärbten Flüssigkeit dreimal so stark ist als die der unentfärbten Probeflüssigkeit ist, so enthält sie, wie begreiflich, nur $^1/_3$

[1]) Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 1873, S. 42. — [2]) Ibid. 1873, S. 858. — [3]) Chimie Industrielle 2, 661, bearbeitet von Stohmann u. Engler.

des ursprünglich darin gelösten Farbstoffs, $^2/_3$ sind ihr also durch die Kohle entzogen worden. Muß bei einer anderen Kohle die Schicht vervierfacht werden, so ist begreiflicher Weise $^3/_4$ der Flüssigkeit entfärbt. Das Entfärbungsvermögen der ersten Kohle wäre also $^2/_3$, das der anderen $^3/_4$ oder beide verhalten sich wie $^2/_3 : {}^3/_4$ oder $= 8 : 9$. Die Quantitäten der, um gleiche Entfärbung zu erzielen, anzuwendenden Kohle verhalten sich dann natürlich umgekehrt wie das Entfärbungsvermögen derselben.

Auf diesen Versuch hat Payen[1]) ein optisches Instrument, das Decolorimeter, gegründet, das später von Bentzke, Stammer, Dubosq, Salleron, u. A. verbessert worden und heute unter obigem Namen oder der Bezeichnung Colorimeter, Chromoskop, Farbenmaß bekannt ist. Das Princip des Payenschen Decolorimeters und ebenso auch der genannten anderen Constructionen beruht darauf, daß man eine Schicht einer dunkleren Normalflüssigkeit (Caramellösung) von einer bestimmten Dicke vergleicht mit einer Schicht einer helleren (entfärbten) Flüssigkeit, deren Schichthöhe man so lange vergrößern kann, bis ihre Färbung derjenigen der dunkleren Flüssigkeit entspricht. Das Maß dieser Vergrößerung der Schichthöhe dient zur Berechnung der Entfärbung.

Nehmen wir z. B. an, es sei in einem Falle zur Herstellung der Farbengleichheit eine Flüssigkeitsschicht von 50 mm erforderlich, so verhält sich, da die Schichthöhe der Normalflüssigkeit genau 10 mm beträgt, die Farbenintensität der beiden Flüssigkeiten wie 1 : 5 oder es enthält die eine Flüssigkeit nur 20 Proc. der Menge an Farbstoff, wie die andere. Da aber diese Verringerung der Färbungsintensität auf die Wirkung der Entfärbungskohle zurückzuführen ist, so hat dieselbe mithin 80 Proc. des Farbstoffs absorbirt.

Payen's Instrument litt vor Allem an dem Grundübel des vergleichenden Sehens durch zwei Augen, die doch sehr selten beim Menschen von gleicher Beschaffenheit sind. Die Construction des einfachen und sinnreichen Instrumentes war die, daß an einem Stativ zwei horizontale Röhren, welche, beiderseitig mit aufgeschliffenen Glasplatten verschlossen, im Abstande der Augen befestigt sind. Das eine, für die Aufnahme der Normallösung bestimmte Rohr ist genau 10 mm lang, das andere, für die zu untersuchende Flüssigkeit, läßt sich teleskopartig verlängern und besitzt am äußeren Ende einen verticalen Rohransatz, durch welchen die Probeflüssigkeit bis nahe an den oberen Rand eingefüllt wird. Bei der Beobachtung sieht man mit dem linken Auge in das Normalrohr, mit dem rechten in das Teleskoprohr und zieht letzteres so weit heraus, bis die darin enthaltene Flüssigkeit dieselbe Farbenintensität zeigt wie die im Normalrohr. In demselben Maße, wie das Teleskoprohr verlängert wird, fließt dabei die Flüssigkeit aus dem verticalen Ansatzrohr nach. Eine am Teleskoprohr angebrachte Scala giebt den Abstand der beiden Glasplatten von einander und somit die Länge der Flüssigkeitsschicht an.

Bentzke hat durch Vermeidung des Uebelstandes der vergleichenden Beobachtung mit zwei Augen das Payen'sche Decolorimeter erst zu einem wirklich brauchbaren Instrument gemacht. Der Auszug des Teleskoprohres geschieht bei

[1]) Dingler's polyt. Journ. 27, 372.

seinem Instrument vermittelst Trieb- und Zahnstange, wodurch eine bequemere Handhabung und leichtere Reinigung ermöglicht wird. Bentzke's Apparat hat zwei dicht neben einander liegende Behälter für die Flüssigkeiten, welche mit verlängerten Röhren versehen sind, die sich in einer Blende vereinigen, von wo aus die vorderen Oeffnungen beider Behälter als zwei gefärbte Scheiben neben einander mit einem Auge gleichzeitig beobachtet werden können. Im Uebrigen ist die Construction des Payen'schen Instrumentes, namentlich auch die horizontale Lage der Röhren beibehalten worden. Die Berechnung der Farbenintensität geschieht nach Tabellen, die dem Instrument beigegeben sind.

Stammer's Chromoskop unterscheidet sich von den beiden vorher beschriebenen Apparaten dadurch, daß ihm eine Normalfarbelösung zu Grunde gelegt ist, deren Wahl so getroffen ist, daß sie in ihrem Farbeton möglichst allen zur Untersuchung kommenden Objecten entspricht und eine solche Farbentiefe besitzt, daß sie für eine sehr ausgedehnte Schattirungsreihe der Farben ausreicht. Sie bleibt ein für alle Mal im Instrument und wird nur ernenert, wenn sie sich verändert hat, was sich jeder Zeit durch ein genau eingestelltes Normalfarbenglas feststellen läßt. Der im Uebrigen den vorigen Apparaten ähnliche Apparat ist so vergrößert, daß seine Scala von 0 bis 150 mm geht; die Ablesung geschieht mittelst eines Nonius auf $^1/_{10}$ mm genau.

Da es sich herausgestellt hat, daß die Beurtheilung der Farbenintensität verschieden ausfällt, je nachdem die Röhren in ihrer Lage in Bezug auf rechts und links vertauscht werden, ist an dem Instrument die Einrichtung getroffen, daß die Röhren in ihrer Stellung durch eine einfache Drehung gewechselt werden können. Man verändert also nach vorgenommener Beobachtung die Lage der Röhren, macht eine zweite Beobachtung und nimmt, falls die Resultate differiren, von beiden das Mittel.

Zur Herstellung der Normalfarbe nimmt man 300 ccm einer 20 procentigen Zuckerlösung, versetzt dieselbe mit 5 ccm reiner Schwefelsäure, die vorher mit 20 ccm Wasser verdünnt worden ist, und erwärmt die Flüssigkeit $^1/_2$ Stunde auf dem Wasserbade. Hierauf fügt man zu der noch heißen Flüssigkeit 10 g festes Natronhydrat, erhitzt zum Kochen, erhält die Lösung 5 Minuten im Sieden, läßt erkalten und stellt genau auf 300 ccm ein. Diese Urlösung wird in einer gut schließenden Flasche aufbewahrt. Zum Gebrauch verdünnt man 1 Volum derselben mit 25 Volumen Wasser zur Normallösung von schön röthlichgelber, dem Ungarwein ähnlicher Farbe. Beim Gebrauch wird dieselbe mit dem dem Instrument beigegebenen Normalfarbenglas verglichen und muß so tief gefärbt sein, daß ihre Farbe in einer 50 cm starken Schicht der des Normalglases gleich ist.

Zur Bestimmung der Entfärbungskraft einer Kohle erhitzt man 4 Thle. der Normalflüssigkeit oder einer dieser an Intensität gleichen Flüssigkeit mit 1 Thl. Kohle unter gleichmäßigem Schütteln 5 Minuten zum Sieden und läßt vor dem Filtriren noch 5 Minuten stehen, damit sich die Kohle absetzen kann. Die filtrirte Lösung wird dann im Chromoskop beobachtet.

---

[1]) Dingler's polyt. Journ. 159, 341.

Bei der Conſtruction ſeines Colorimeters iſt Dubosc[1]) zunächſt von dem Gedanken ausgegangen, die horizontale Lage der Beobachtungsröhren mit der verticalen zu vertauſchen; ferner hat er durch Einſchaltung von Fresnel'ſchen Prismen die Beobachtung in ſo fern erleichtert und zu größerer Genauigkeit geführt, daß man bei ſeinem Inſtrument die beiden Farbenbilder in je einer der beiden Hälften einer runden Scheibe ſieht. Eine Anſicht des Apparates zeigt Fig. 93, während Fig. 94 eine ſchematiſche Darſtellung ſeiner Conſtruction giebt.

Die zu unterſuchende Flüſſigkeit befindet ſich in dem Cylinder *C*, die Vergleichsflüſſigkeit in *C'*. In beide Cylinder tauchen die unten mit Glasſcheiben verſchloſſenen, in ſenkrechter Richtung verſchiebbaren Cylinder *T* und *T'*, deren

Fig. 93.

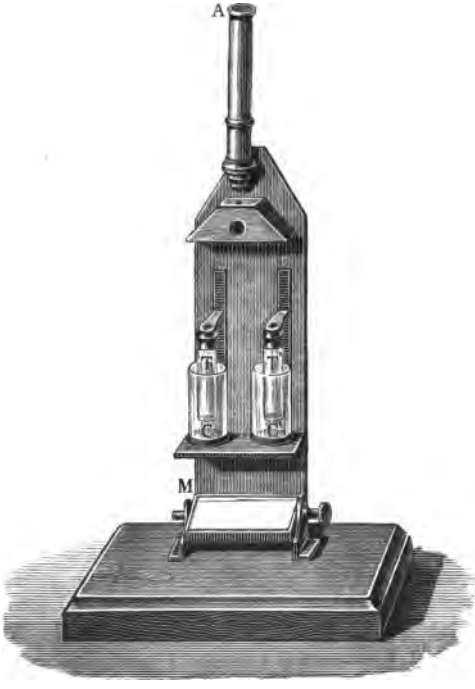
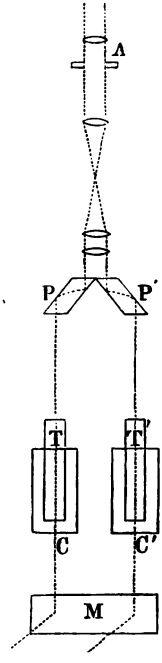


Fig. 94.



Zahnſtangengetriebe mit je einem Nonius verbunden iſt, ſo daß die Entfernung der Deckplatten der Cylinder *T* und *T'* von dem Boden der Cylinder *C* und *C'*, ſomit alſo die Dicke der entſprechenden Flüſſigkeitsſchichten genau gemeſſen werden kann. Ein drehbarer Spiegel *M* wirft das Licht durch die von den Böden und Deckplatten der Cylinder begrenzten Flüſſigkeitsſchichten auf die beiden Fresnel'ſchen Prismen *P* und *P'*, in welchen die Lichtſtrahlen durch totale Reflexion gebrochen und ſo reflectirt werden, daß ein bei *A* durch das Fernrohr ſehender Beobachter ein in zwei gleiche Hälften getheiltes Geſichtsfeld erblickt. Durch Veränderung der

[1]) Zeitſchr. f. Rübenzucker-Ind. 1871, S. 89.

Höhe der Flüſſigkeitsſchichten in C und C' können dieſelben in Uebereinſtimmung gebracht werden. Die Höhen dieſer Schichten lieſt man an den Scalen ab; ſie verhalten ſich umgekehrt, wie die in den Löſungen enthaltenen Farbſtoffmengen.

Im Princip ſtimmt Stammer's[1]) neues Farbenmaß mit dieſem Apparat überein, unterſcheidet ſich aber von demſelben dadurch, daß die Vergleichung der zu unterſuchenden Flüſſigkeit nicht an einer beliebigen Normallöſung, ſondern an einem für alle Apparate identiſchen farbigen Glaſe geſchieht; es ſoll dadurch erreicht werden, daß die bei Anwendung des Inſtruments an den verſchiedenſten Orten gemachten Beobachtungen mit einander verglichen und ihre Werthe in abſoluten Zahlen ausgedrückt werden können. Der Apparat Fig. 95 beſteht aus folgenden Theilen:

Fig. 95.

Die weite Röhre I, welche unten durch eine Glasſcheibe geſchloſſen, oben offen iſt, beſitzt ſeitlich eine Erweiterung zum Einfüllen von Flüſſigkeit und dient zur Aufnahme der zu unterſuchenden Löſung. Sie iſt an einem Stativ befeſtigt und kann behufs Reinigung leicht abgenommen werden. In dieſe taucht die Maßröhre III, welche unten gleichfalls durch eine Glasſcheibe luftdicht verſchloſſen und durch einen Zahnſtangentrieb am Stativ in verticaler Richtung beweglich iſt. Die Farbglasröhre II, mit III feſt verbunden, unten offen und oben mit dem Farbenglas bedeckt, iſt mit ihrem unteren Ende mittelſt zweier Ringe feſt, aber leicht lösbar an der Gleitplatte befeſtigt, welche gemeinſchaftlich mit anderen Führungen die ſenkrechte Verſchiebung der verbundenen Röhren II und III ſichert. An der Rückſeite des Stativs kann der Grad dieſer Verſchiebung an einer Scala mit Indicator auf Bruchtheile von Millimetern genau abgeleſen werden.

[1]) Zeitſchr. f. Rübenzucker-Ind. 1871, S. 586.

Das Farbenglas besteht aus zwei verbundenen Glasscheiben, deren Färbung als Normalfarbe angenommen und mit 100 bezeichnet wird. Zwei weitere Gläser, die dem Instrument beigegeben sind, ermöglichen es, die halbe, anderthalbfache oder doppelte Normalfarbe einzustellen, was bei sehr hellen oder sehr dunklen Flüssigkeiten manchmal von Vortheil ist. Man sieht, daß das Visir *V* dieselbe Construction besitzt wie beim Dubosc'schen Apparat; wie dort, sieht man auch hier die beiden vereinigten Bilder als zwei Halbscheiben neben einander.

Will man mit diesem Instrument Beobachtungen anstellen, so stellt man dasselbe so gegen das Licht und giebt dem Spiegel eine solche Neigung, daß beim Hineinsehen durch das Visir *V* und nach der Entfernung des Farbenglases die Sehfelder der beiden Röhren als eine helle Fläche erscheinen. Man legt dann das Farbenglas mit seiner Fassung auf die Röhre II und füllt die zu untersuchende absolut klare Flüssigkeit in die Röhre I, welche vorher ebenso wie die Maßröhre III mit ihrer Glasscheibe durch Schraubenkapsel vollkommen dicht verschlossen ist. Nun stellt man durch Verschieben der verbundenen Röhren II und III die Farbe der beiden Halbscheiben auf gleiche Stärke ein und liest an der Rückseite des Instruments auf der Scala ab. Da die Intensität der Farbe der Flüssigkeit in umgekehrtem Verhältniß zur Dicke der Schicht derselben steht, welche erforderlich ist, um einen bestimmten Farbenton hervorzubringen, und letzterer hier durch die Zahl 100 bezeichnet wird, so erhält man den in absoluten Zahlen ausgedrückten Werth des Farbentons der Flüssigkeit, wenn man die abgelesene Millimeterzahl in 100 dividirt.

Während bei den beschriebenen Apparaten die Intensität der Färbung durch die Länge der Flüssigkeitssäule gemessen wird, hat Salleron[1]) ein anderes Princip für die Construction seines Colorimeters benutzt. Es besteht darin, daß man von gleichen Mengen zweier verschieden gefärbter Flüssigkeiten die dunklere so lange mit Wasser oder einer nicht gefärbten Flüssigkeit verdünnt, bis beide gleiche Farbenstärke zeigen, und dann die Volumina der beiden Flüssigkeiten vergleicht.

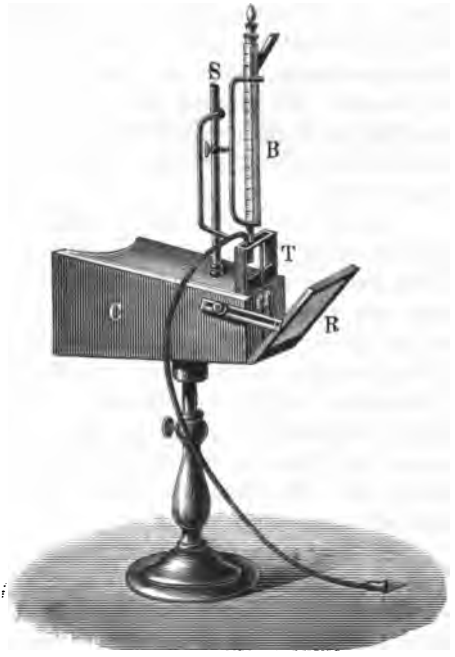
Eine Abbildung des Apparates zeigt Fig. 96 (a. S. 203). Er ähnelt äußerlich dem bekannten Stereoskop für photographische Bilder, besteht wie dieses aus einem pyramidenförmigen Kasten *C*, welcher vorn rund ausgeschnitten ist, um hier das Gesicht anlegen zu können, so daß dem Auge des Beobachters nur die durch die Flüssigkeit gefallenen Lichtstrahlen zugeführt werden, während jedes fremde Licht ausgeschlossen ist. An der vorderen Seite ist der Kasten durch ein Diaphragma geschlossen, welches aus zwei geschwärzten Metallplatten besteht, deren jede zwei gleiche, verticale Schlitze *f f* hat, die sich in ihrer Lage gegenseitig vollkommen decken. Vor den Platten befindet sich der matte verstellbare Spiegel *R*, durch welchen das zerstreute Tageslicht in das Innere des Kastens geworfen wird. Zwischen die beiden geschwärzten Platten des Diaphragmas ist ein in seinen Wandungen genau parallel gearbeitetes Glasgefäß *T* eingeschaltet, das in der Mitte durch eine senkrechte Wand in zwei genau gleich große Behälter getrennt ist, welche oben offen sind. Auf dem Kasten ist das Stativ *S* mit der Bürette *B*

[1]) Dingler's polyt. Journ. 203, 141.

befestigt, von welchem gleichzeitig ein bis auf den Boden von *T* reichendes, mit einem Gummischlauch verbundenes Glasröhrchen gehalten wird. Dieses dient dazu, um durch Einblasen von Luft in einer Abtheilung von *T* die Flüssigkeit mischen zu können, nachdem eine Verdünnung derselben stattgefunden hat.

Eine vergleichende Bestimmung des Entfärbungsvermögens zweier Muster von Kohle geschieht wie folgt. Man wägt von jeder der beiden Kohlensorten 10 g ab und digerirt jede mit 50 ccm einer und derselben, beliebig gefärbten Caramellösung. Nach dem Filtriren bringt man je 10 ccm der Lösungen in je eine der beiden Abtheilungen des Behälters *T* und beobachtet, ob eine verschieden starke Färbung der beiden Flüssigkeiten zu bemerken ist. Ist dies der Fall, so bringt man durch Drehen des Stativs die Bürette *B* gerade über die Mündung der Abtheilung mit der dunkleren Lösung und läßt aus der Bürette unter leisem Einblasen von Luft so lange tropfenweise Wasser oder Verdünnungsmittel zufließen, bis die Farbenintensität beider Flüssigkeiten gleich ist, worauf man den Flüssigkeitsstand in der Bürette abliest. Hat man z. B. bis zur Erzielung der Uebereinstimmung zu den angewandten 10 ccm noch 5 ccm des Verdünnungsmittels hinzufügen müssen, so verhält sich das Entfärbungsvermögen der Kohlen wie 15 : 10.

Fig. 96.



Der vollkommenste Apparat für diese Zwecke ist ohne Zweifel Gallenkamp's[1]) Colorimeter. Dieser sinnreich construirte Apparat besteht aus zwei, oben gleich weiten Trögen aus Spiegelglasplatten, welche durch eine gemeinschaftliche Metallfassung mit einander verbunden sind. Die Form der Tröge ist in so fern verschieden, als der eine genau parallelopipedisch, der andere dagegen nach unten keilförmig zulaufend ist. Das rechtwinkelige Gefäß dient zur Aufnahme der Probeflüssigkeit, während die Vergleichs- oder Normalflüssigkeit in das keilförmige gebracht wird. In diesem nimmt die Intensität der Farbenlösung von oben nach unten bis zur Farblosigkeit allmählich und regelmäßig ab.

Der vor den Trögen verschiebbare Beobachtungsapparat enthält die bekannte Prismenconstruction und eine Lupe, statt deren auch ein kleines Spectroskop mit

[1]) Neue Zeitschr. f. Rübenzucker-Ind. 27, 220.

gerader Durchsicht eingeschoben werden kann, wodurch das Instrument in ein Spectrocolorimeter verwandelt wird. Durch Verschieben mit Hülfe eines Zahnstangentriebes sucht man mit dem Beobachtungsapparat die Stelle, bei der die Flüssigkeiten in beiden Trögen gleich starke Färbung zeigen, und liest an der 100theiligen Scala direct das procentuale Verhältniß zwischen dem Farbstoffgehalt der zu untersuchenden und der Normalflüssigkeit ab.

Gegenüber den älteren Constructionen besitzt dies neue Instrument große Vorzüge: zunächst braucht bei der Messung nichts an der Höhe der Flüssigkeitssäulen geändert zu werden, so daß alle in dieser Beziehung nöthigen beweglichen Theile, wie Schrauben, Hähne ꝛc., in Wegfall kommen; dann ist die Genauigkeit und Empfindlichkeit desselben eine viel größere als bei den alten Apparaten, und bei einiger Uebung gelingt es leicht, Differenzen bis zu $^1/_2$ Proc. mit Sicherheit zu erkennen. Die günstigste Beleuchtung wird erzielt, wenn man das zerstreute Tageslicht durch einen weißen Schirm von hinten auf den Apparat wirft. Die Entleerung der Tröge geschieht am besten durch Aushebern der Flüssigkeit mittelst einer Pipette.

Die sämmtlichen, vorstehend beschriebenen Apparate sind geeignet, um den Wirkungswerth von Entfärbungskohlen mit großer Genauigkeit festzustellen. Wenn man vor der Frage steht, sich für diesen Zweck ein Instrument zu beschaffen, wird man ohne Zweifel dem Gallenkamp'schen den Vorzug zu geben haben. In der Praxis bedient man sich häufig viel einfacherer Mittel, um das Entfärbungsvermögen verschiedener Entfärbungsmittel zu bestimmen, und wählt als Versuchsobject meistens das Material, an welchem man die Entfärbung auch im Großen vornehmen will. Es hat dies ja auch eine gewisse Berechtigung, da man hierbei den Wirkungswerth der Kohle für den bestimmten Fall erfährt und es andererseits auch bekannt ist, daß die Wirkung der Kohle auf verschiedene Farbstoffe nicht immer dieselbe ist.

So gießt man sich nach Scheithauer[1]) in der Paraffinindustrie gleich große Platten von ein und demselben Paraffin, wovon das Material zur einen vorher mit Entfärbungsmittel gebleicht worden ist, und beobachtet dieselben bei gutem Lichte neben einander. Man wird aber zugeben müssen, daß es leichter ist, an einem festen und nur wenig transparenten Körper kleine Unterschiede in der Färbung zu erkennen, als an einer nur leicht gefärbten durchsichtigen Flüssigkeit.

Um die Bestimmung des Entfärbungsvermögens hat sich endlich auch Vierordt[2]) sehr verdient gemacht.

Eine Gesammtanalyse der Entfärbungskohle wird nach der üblichen Methode durch Veraschung derselben und quantitative Bestimmung der Aschenbestandtheile ausgeführt; sie giebt unter Umständen auch gleichzeitig Material für die Beurtheilung der Provenienz der Kohle.

---

[1]) Fabrikation der Mineralöle, S. 210. — [2]) Anweisung zur Spectrocolorimetrie, Berlin 1873.

Alphabetisches Autorenregister.

A.

Actiengesellschaft für Essen- und Ofenbau s. Custodis, Alphons.
Anthon, Wiederbeleben der Knochenkohle 117.

B.

Baeyer, A. von, Acetylen 123, 168.
Banfi, G., Entkalken der Knochenkohle 108.
Berg u. Nepp, Schweelretorten 90.
Berger, Carl, Entfärbungspulver 112.
— u. Wirth, Acetylenschwarz 123.
Bergmann, F. J., Acetylenschwarz 123.
Bergounhioux, Entfärbungskohle 112.
Bersch, J., Rußofen 27.
Berthelot, Acetylen 169.
—, Graphitgehalt des Rußes 48.
Binney, E., Rußapparat 162.
Bone, s. Dixon.
Braconnot, Ruß aus Steinkohle 186.
Brandenburg, O., Entfärbungskohle 111.
Brison, Retortenofen 85.
Brönner, Abhitzeverwerthung 34.
Bronn, Deckkraft der Farben 189.
Bronner, Bestimmung der Deckkraft 189.
Brown, Verkohlung mit überhitztem Dampf 90.
Brunner, K., Ruß aus Kohlensäure 167.
Buchanan, Entfärbungskraft der Kohle 112.
Bunte, H., Naturgas 128.
Bussy, Entfärbungsvermögen d. Kohle 101.
—, Entfärbungskohlen 101 bis 109.

C.

Cabot, G. L., Rußapparat 162.
Caro, N., s. Frank, A.
Cazeneuve, P., Oxydation durch Thierkohle 100.
Cordus, Valerius, Braunkohle 77.
Cusinier, Entfärbung 113.
Custodis, Alphons, Rußanlagen 131.
— —, Flammrußöfen 139.
— —, Lampenrußfabrik 162.
— —, Calcinirofen 177.

D.

Davey, C. H., Abhitzeverwerthung 151.
Davy, H., Theorie der Leuchtflamme 5, 7.
Degener, P., Entfärbungskohle 111.
Dewar, Sir J., Gasabsorption durch Kohle 3.
Dewey, Rußcondensation 157.
Dixon u. Bone, Naturgas 129.
Drechsel, Extractionsapparat 194.
Dreyer, Rob., Lampenrußapparat 62, 163.
— —, Abhitzeverwerthung 65.
— —, Wärmeentwickelung rußender Flammen 66.
Dubosc, Colorimeter 199.
Ducat, Entfärbungskohle 113.
Duhamel, Ruß aus Steinkohlen 21, 187.
—, Saarbrücker Rußofen 24.
Dumas, Wesen der Entfärbung 115.
Du Rieux, s. Gits.

E.

Electricitäts-Actiengesellschaft, vormals Schuckert u. Co., Acetylenschwarz 175.
Engler, C., Rußexplosionen 19.
— —, Ruß aus Theer und Harz 21.
— —, schwarzwälder Rußofen 31.
— u. Levin, Viscosität der Oele 18.
—, s. auch Stohmann.
Erdmann, E., Absorption von Gasen durch Kohle 3.

F.

Fabricius, O., Ruß aus Fichtenholz 15.
— —, Rußofen für Kienholz 136.

Fiechter, Louis, B., Rauchcondensatoren 158; Ventiliren von Ruß 161.
Figuier, Entfärbungsvermögen 2, 99.
Filhol, Entfärbungskraft von Bleisulfid 99.
Fischer u. Naumann, Gasruß 61.
Foster, Trockene Destillation 71.
Frank, A., Acetylen 124.
— —, Acetylenruß 124, 169, 186.
—, Caro, N. und Frank, A. R., Acetylenschwarz 124.
Frank, A. R., s. Frank, A.
Frankland, Theorie der Leuchtflamme 6,7.
—, Zusammensetzung des Leuchtgases 73.
Frémy, Verschiedenes Verhalten der Kohle 77.
Fresnel, Prismencombination 199.
Frey u. Sening, Gasruß 61.
Fried, J., s. Strobentz, R.
Friedberg, Entfärbungspulver 108.
—, Plastische Kohle 117.

G.

Gallenkamp, Colorimeter 202.
—, Spectrocolorimeter 203.
Gatehous, Schwärzefabrikation 79.
Gattermann, Entfärben 104, 116.
Gaudry, Empyreuma 187.
Gawalowsky, Entfärbungspulver 114.
Gentele, Schornsteinruß 14.
—, Lampenrußapparat 57.
—, Bestimmung der Deckkraft 191.
—, Untersuchung von Schwarzfarben 193.
Genthe, A., Ruß aus Naphtalin 122.
—, Lampenrußapparat 122.
Gits u. Du Rieux, Schwärzeofen 85.
Gontard, A. A. F., Rußfänger 154.
Grafton, s. Martin.
Grotowski, Schweelofen 91.

H.

Halliday, Verkohlungsofen 88.
Hargreaves, Selbstentzündung 93.
Heim, Ruß aus Naturgas 130.
Heintz, Reduction von Platinchloridlösung 101.
Herzfeld, Clarine 108.
Heumann, Ruß in Leuchtflammen 7.
—, Theorie der Leuchtflamme 7.
Höland, Entfärbung mit Kaolin 101.
Hofmann, A. W., Rosanilin 100.
Hoftmann, Ch., Gasruß 61.
Hubou, Acetylenzersetzung 124.
—, Acetylenschwarz 169.
Hüls, s. Kirberg.
Hunter, Absorption von Cyan durch Kohle 3.
Hutton, Schornsteinruß 14.

J.

Ilgen, Schwärzefabrikation 83.
—, Vergasung von Weintrebern 88.
—, Ausbeuten an Schwärze 96.
Jaenecke u. Schneemann, Gasruß 61.
Jeller, Naturgas 129.

K.

Karmrodt, Blutlaugensatz 105.
Karsten, Ruß als Pyrophor 45.
—, Verkohlungstemperatur 74.
Keßler, Deckkraft 190.
King, Mendham u. Co., Rußcondensation 38.
Kirberg u. Hüls, Faßpackmaschine 178.
Knapp, Entleuchten der Flamme 9.
Koch, Herm., Entfärbungspulver 112.
Koechlin, C., Reinigung von Ruß 43.
Kolbe, H., Gase in Kohlengruben 77.
Kölner Rußfabriken, Actiengesellschaft, Rußofen mit Pechgewinnung 148.
Köttig, Braunkohlenasche 192.
Kraemer, G., Benzolverwerthung 121.
Krätzer, H., Thierkohle 192.
Kremers, Braunkohlenasche 192.
Krieger, Entkalkung der Knochenkohle 108.
Kubel, W., Lampenruß 7, 187.
Kusnetzow, M. J., Zersetzung von Kohlenwasserstoffen 167.

L.

Lahoré, Verkohlungsofen 89.
Laßberg, M., Verkohlungsofen 111.
Lavoisier, Einfluß auf die Chemie 1.
Lee, Wärmeschutzmittel 48.
Lerman, Schwartz u. Pikos, Schwärze 98.
Levin, s. Engler, C.
Levy-Samson, Entfärbungskohle 113.
Lindner, A., Rußcondensation 155.
Lodge, O., Rußcondensation 38, 161.
Lorilleux fils, Lampenrußfabrik 55.
Losanetsch, s. Wohl.
Lowitz, Entfärbungsvermögen 2, 99.
Ludwig, A., Acetylenschwarz 123, 125.
Lunge, G., Constitution der Kohle 73.
— —, Knochenkohlenofen 85.

M.

Mac Keane Chemical Co., Ruß aus Naturgas 129.
Mac Tighe, J., Rußfabrikation 68, 168.
Magnus, Temperatur der Flamme 6.
Majert, W., Kohlenstoff 169.
Martin u. Grafton, Lampenrußofen 54.
Matthey, Braunkohlenkoks 78.
—, Schwärzefabrikation 80.
—, Selbstentzündung von Schwärze 81.
—, Ausbeuten an Schwärze 96.
Meidinger, H., Regulirschieber 28.
Melsens, Entfärbungskohle 113.
Mendham, s. King.
Meunier, s. Urbain.
Michaelis, A., Entfärbungspulver 110, 113.
Mills, Trockene Destillation 71.
—, Zusammensetzung des Leuchtgases 73.
Mixter, W. G., Vierte Modification des Kohlenstoffs 2, 177.
—, Acetylenschwarz 177, 186.
Moissan, Verkohlungsofen 89.
—, Acetylenruß 177.
Monde, Reductionsvermögen der Kohle 100.
Morani, F., Acetylenschwarz 174.
Morawski u. Schinnerer, Braunkohle 77.
Morehead, G. M., Acetylenschwarz 123.
Muspratt, Entfärbungspulver 113.

N.

Naumann, s. Fischer.
Neff, Ruß aus Naturgas 68.
Nepp, Th., Abhitzeverwerthung 34.
—, s. auch Berg.
Newton, Schwärzefabrikation 90.

O.

Ogilvy, Rußcondensation 158.
Oliphant, Naturgas 125.
Olschewsky, Entfärbungspulver 114.

P.

Parker, s. Walker.
Patton, Wiederbelebung der Knochenkohle 118.
Payen, Entfärbungskraft 102, 196.
—, Decolorimeter 197.
Pélouze, Wiederbelebung der Knochenkohle 117.
Perutz, Schweelofen 91.
—, Entfärbungskohle 114.
Peters, R., Lichtkohlenabfälle 98.
Petersen, s. Ussing.
Pettenkofer, Verkohlungstemperatur 74.
Pidelassera, A., Rußfabrikation 152.
Pikos, s. Lerman.
Prechtl, Lampenrußapparat 57.

Q.

Quenstedt, Oelschiefer 79.

R.

Ramdohr, Schweelofen 91.
Reinhard, C., s. Rößler, L.
Renner, Knochenkohle 107.
Rhodes, S. L., Rußapparat 162.
Riehm, Grudekoks 112.
Rieux, Du, s. Gits.
Roberts, Rußgehalt der Luft 14.
Roll, G., Selbstentzündung von Kohle 93.
Rösing, Rußfänger 157.
Rößler, L., u. Reinhard, C., Rußcondensation 157.
Rübenkamp, s. Zerr.
Ruhmkorff, Inductionsapparat 161.
Runge, Reinigung von Ruß 43.
—, Bestimmung der Deckkraft 190.
Russig, Kölner Rußöfen 150.
Rütgers, Jul., Holzimprägnirung 119.

S.

Salleron, Colorimeter 201.
Santos, Ruß aus Naturgas 7, 186, 187.
Scheithauer, Entfärbung von Paraffin 116.
—, Wiederbelebung der Entfärbungskohle 118.
—, Bestimmung der Entfärbungskraft 203.
Schinnerer, s. Morawski.
Schneller, A., u. Wisse, W., Zerfall von Kohlenwasserstoffen 168.
Schneemann, s. Jaenecke.
Schober, Entfärbungskraft 196.
Schomburg, H., u. Söhne, Rußfänger 38.
— —, Ruß aus Schornsteinen 14.
Schulz, H., Knochenkohle 107.
Schwartz, s. Lerman.
Schwarz, A. von, Entfärbungskraft 196.
Schoemaker, G. G., Lampenrußapparat 62.
Sening, s. Frey.

Siemens, W., Rußgehalt der Luft 14.
— —, Rußfänger 37.
— —, Gasgenerator 84.
Smith, Frazer, Schwefelgehalt der Knochenkohle 107.
Sonnenschein, Braunkohlenasche 192.
Sorge, C., Naturgas 128.
Stammer, K., Knochenkohle 107.
—, Chromoscop 198.
—, Farbenmaaß 200.
Stein, M., Theorie der Leuchtflamme 6.
— —, Gasruß 6, 187.
—, Bestimmung der Deckkraft 190.
Stenhouse, Vegetabilische Kohle 113.
Stohmann u. Engler, Entfärbungsvermögen 104.
Stolba, F., Wirksamer Kohlenstoff 195.
Stranecki, Entfärbungspulver 114.
Strobentz, R. u. Fried, J., Schwärze 98.

T.

Thalwitzer, O., Lampenruß 21, 121.
— —, Lampenrußapparat 58.
— —, Gasruß 67.
— —, Rußofen 141.
— —, Rußcondensation 143.
Thenius, Ruß 21.
—, Rußofen 27.
Thörner, Extractionsapparat 194.
Tighe, Mac, Rußfabrikation 68, 168.

U.

Unger u. Wasem, Entfärbungspulver 114.
Union Carbide Co., Acetylenruß 122.
Urbain u. Meunier, Rußofen 26.
Ussing u. Petersen, Naturgas 129.

V.

Varrentrapp, Braunkohlenasche 192.
Behrigs, Entfärbungskraft des Thons 101.
Bentzke, Decolorimeter 197.
Vierordt, Colorimetrie 203.
Violette, Holzverkohlung 71, 74.
Völker, Knochenasche 192.
Vossen, Leo, Magnesiumhydrosilicat 101.
— —, Entfärbungskohle 104, 105.

W.

Walker, Parker u. Co., Condensation des Hüttenrusses 38.
Wallace, Thierkohle, Stickstoffgehalt 106.
—, Knochenkohle 106.
Wasem, s. Unger.
Wegelin, G. Rußfabrikation 146.
— —, mit Gewinnung von Pech 150.
— —, Einfluß auf das spezifische Gewicht 152.
Weiler, Nachweis von Cyan 192.
Wibel, Einfluß der Wärme auf entleuchtete Flammen 9.
Wirth, s. Berger.
Wisse, J. W., s. Schneller, A.
Wohl u. Losanetsch, Absorption von Gasen durch Kohle 3.

Z.

Zalozieckl, Entfärben mit Silicaten 101.
Zeller, Posidonienschiefer 97, 114.
Zemsch, A., Sichtmaschine 42.
Zerr u. Rübenkamp, Rußofen 133.
— —, Schwärze 99.
Ziegler, Entfärbungskohle 113.
Zincken, Stein- und Braunkohlen 77.
Zumstein, Schwärze 96.
Zwillinger, Verkohlungsofen 91.

Alphabetisches Sachregister.

A.

Abfälle von Lichtkohlen 98.
—, thierische, 102.
Abfalllaugen der Cellulosefabrikation 112.
Abgase aus Hoch- und Koksöfen 121.
Abhitze, Ausnutzung 34, 65, 151.
Abkühlung der Rußgase 32, 140, 145.
Absorption von Gasen durch Kohle 3.
Acetylen 122.
—, Verhalten in der Hitze 122, 169.
—, Explosionsdruck 125.
Acetylenschwarz 122, 169.
Alkaloide, Entfärbung 115.
Alkohol für Rußreinigung 43.
Ammoniak, Einfluß auf Entfärbung 104.
—, Gewinnung 105, 110.
Anlagekosten von Rußfabriken 131.
Anziehungsvermögen der Kohle 2.
Appretur aus Schwärze 97.
Aschengehalt des Rußes 186.
— der Schwärze 191.
Ausbeute an Ruß 67, 68, 181.
— an Schwärze 73, 96.
Ausfuhrziffern für Ruß, Schwärze und Producten daraus 49, 96, 182.

B.

Bastkohle 77.
Beinschwarz 97.
Benzol 120.
Bergkork 114.
Berlinerblau 188.
Bimsstein, Carbonisiren des 114.
Bindemittel für Farben 194.
Blätterschiefer 78.
Blauholzabkochung 97.
Bleisulfid, Entfärbungskraft 99.
Blut, Entfärbungskohle aus 110.
—, defibrinirtes 114.
Blutkohle, Entfärbungskraft 102.
Blutkuchen, Verkohlung 110.
Blutlaugensalzfabrikation 102.
Bogenlichtkohle, Außenhandel 184.
—, Verwerthung der Abfälle 98.
Bogheadkohle 72.
Braunfärbung des Rußes 187.
Braunkohle 1, 2, 98, 112.
—, Unterscheidung von Steinkohle 77.
—, faserige 77.
—, muschelige und erdige 77.
— zur Schwärzefabrikation 76, 98, 112.
—, Verarbeitung auf nassem Wege 98.
Brennstoffe, fossile 2.
Brenzcatechin 77.
Brom, Wirkung auf entleuchtete Flammen 10.
Bürstenwalze 42.

C.

Calciniren des Rußes 43, 177.
— der Entfärbungskohle 102, 110, 112.
Calcinirösen 44, 46, 177.
Calciumcarbid 15, 122, 169.
Calciumphosphatgewinnung 108, 109.
Cannelkohle 72.
Cannose 72.
Carbon Black 182.
Cellulose 72.
— -Abfälle 112.
Ceresin 101, 115.
Chlor, Wirkung auf entleuchtete Flammen 10.
Chlorkohlenstoffe 175.
Chromoscop 198.
Clarine 108.
Colorimeter 199, 201, 202.
Condensation des Rußes 35, 144, 154.
Cyan, Absorption durch Kohle 3.
—, Gehalt der Thierkohle 192.
Cyankalium, Bildung 102.
—, Ursache des Entfärbungsvermögens 110.

D.

Dampf, Erzeugung durch Rußgase 34, 151, 163.
—, überhitzter, zur Verkohlung 90, 110.
Darre für Schwärze 94.
Deckkraft, Bestimmung 189.
Decolorimeter 197.
Desintegrator 92.
Destillation, trockene 70.
Destillationsproducte verschiedener Stoffe 75.
Diamant 1, 2.
Diamantschwarz 68, 187.
Druckerschwärze, Statistik 49, 182, 183.
Druckluftstaubcollectoren 159, 161.
Durhamkohle 71.

E.

Einfuhrstatistik für Ruß und Schwärze 49, 96, 182.
Eisenchloridlösung, Reduction 101.
Eisenoxydhydrat, Entfärbungskraft 99.
Eisensalze, Wirkung auf Braunkohle 98.
Electrische Entladung, Wirkung auf Rauch 38, 161.
—, Zersetzung von Kohlenwasserstoffen 168.
Elfenbeinschwarz 97.
Empyreuma im Ruß 43, 187.
Entfärbung, Geschichtliches 99.
—, Ursachen 99.
—, Vorbedingungen 115.
Entfärbungskohle 101, 104, 110, 112, 115.
—, Verlust der Wirkung 117.
—, Wiederbelebung 117.
—, Prüfung 194.
—, Anforderungen 194.
—, Gesammtanalyse 203.
Entfärbungskraft 2.
—, Bestimmung 196.
Entfärbungspulver 99, 105, 106, 110, 112.
Entkalkung der Knochenkohle 108.
Entleuchtung der Flammen 9.
Entrußung der Rauchgase 35, 144, 154.
Erdgas, Geschichte und Gewinnung 125.
—, Production der Verein. Staaten 128.
—, Verarbeitung auf Ruß 67, 129.
—, Zusammensetzung 128.
Explosionen in Rußöfen 16, 19, 134, 150.
Explosionsdruck für Acetylen 125.

F.

Farben aus Kohlenstoff 3.
Farbenmaaß von Stammer 200.
Farbhölzer, extrahirte 88.
Farbstoffbildung durch Kohle 100.
Farbstoffe, Absorption durch Kohle 2, 99, 115.
Faßpackmaschine 178.
Ferrocyankalium aus Gasmassen 102.
Fette, Entfärbung 115.
Fettgas zur Rußfabrikation 60, 121.
Feuchtigkeit, Bestimmung 187, 195.
Feuerung, transportable, für Rußöfen 133.
Fichtenharz 15.
Fichtenholz 15, 136.
Filtermasse aus Schwärze 97, 117.
Flamme 4, 5, 9, 10.
Flammruß, Fabrikation 21, 130.
—, Ausbeuten 21, 131.
—, Eigenschaften 47.
—, Verkaufspreise 49, 182.
—, Verpacken 48, 177.
Flatterruß 13.
Fleisch, Verkohlung 111.
Föhrenholz 15, 136.
Frankfurter Schwarz 97.
Fullererde 99.

G.

Gagat 78.
Gas Black 182.
Gase, Absorption durch Kohle 3.
— im Gasruß 7, 187.
—, Trennung durch Kohle 3.
—, Fixirung durch Kohle 99.
—, brennbare, für Rußfabrikation 121.
—, comprimirte 3.
Gasgemische, Explosion 124.
Gasreinigungsmasse, Verarbeitung 102, 105
Gasruß, Zusammensetzung 6, 187.
—, aus Naturgas 7, 129.
—, deutscher 182.
Generatorgas 121.
Gerberlohe, Verkohlung 88.
Glanzkohle 78.
Glanzruß 13.
Glühen, Definition 5.
Glycerin, Entfärbung 115.
Goudron minérale 17.
Graphit 1, 2, 170.
Grudekoks 92, 112.

H.

Härtepulver aus Schwärze 98.
Harz 14.
Harzrückstände 14.
Heizmaterialien 2.
Hochofengichtgas 121.

Holz, trockene Destillation 71.
— Verarbeitung 15, 113, 136.
Holzkohle 2, 71, 99, 113.
Horn, Entfärbungskohle aus 110.

J.

Indigolösung, Entfärben durch Thierkohle 100, 196.
Infusorienerde, Entfärbungsvermögen 99.

K.

Kienholz 15, 136.
Kienöl 15.
Kienruß 14, 138.
—, Entfärbungsvermögen 103.
Kieselsäurehydrat, Entfärbungskraft 114.
Kitt aus Schwärze 98.
Knochenkohle, Entfärbungskraft 99, 102.
—, Stickstoffgehalt 106.
—, Zusammensetzung 107.
—, Entkalkung 107.
—, Zusammensetzung der Asche 192.
Kohle, Allgemeines 1, 2.
—, Absorptionsvermögen für Farbstoffe, Gase und Gerüche 2.
— — für Salze 99.
—, galvanische und electrische 119, 184.
—, plastische 117.
—, vegetabilische 113.
— aus Oelen 103.
— — Pflanzen und Thierstoffen 103.
— — Salzen 103.
— — Acetylen 122, 169.
— — Kohlenwasserstoffen 167.
— — Kohlensäure 124, 168.
Kohlenoxyd, Ruß aus 124, 170.
Kohlensäure zur Entkalkung der Knochenkohle 108.
— zur Rußfabrikation 124, 170.
— Ruß aus 168.
Kohlenstifte, Handelsstatistik 184.
—, Abfallverwertung 98.
Kohlenstoff, Vorkommen und Eigenschaften 1.
—, Allotropie 2, 177.
—, amorpher 3.
—, Verwendung 4.
—, Abscheidungstemperatur 10.
—, Entfärbungsvermögen 99.
—, „freier“ 167.
—, rußähnlicher 167.
—, wirksamer 195.
Kohlenstoffchloride 175.
Kohlenwasserstoffe, Zersetzung 167.
Kokerei 120.
Kokosnußkohle, Absorptionsvermögen für Gase 3.
Koks bei der Rußfabrikation 132.
Koksofengase 121.
Kreide, spanische oder schwarze 97.
Kupferdruckfarben, Handelsstatistik 182.
Kupfervitriollösung, Reduction durch Kohle 101.

L.

Lamp Black 183.
Lampen, Construction für Rußfabrikation 50.
Lampenruß, Zusammensetzung 7.
—, Ausbeuten 21, 164, 181.
—, Fabrikation 50, 162.
— aus Naturgas 67, 125, 130.
— — Benzol 120.
— — Leuchtgas 120.
— — Naphtalin 122.
— — Acetylen 122.
Lampenrußapparate, amerikanische 61.
— von Martin u. Grafton 54.
— — Lorilleux fils 55.
— — Thalwitzer 58.
— — Dreyer 65, 163.
— — Custodis 162.
—, Leistungsfähigkeit 61, 67, 131, 165.
Lederabfälle, Verarbeitung 110.
Lederschwärze 108.
Leistungsfähigkeit der Rußöfen 131.
— der Lampenrußapparate 61, 67, 131, 165.
Leuchtgas zur Rußfabrikation 121.
—, Zusammensetzung 73.
Leukanilinlösungen, Oxydation durch Kohle 100.
Lichtkohlenabfälle, Verarbeitung 98.
Lignit 77, 98.
Luft, Rußgehalt 14.
—, comprimirte, in der Rußfabrikation 141, 153.

M.

Magnesiumhydrosilicat 101.
Mahlen von Schwärze 92.
Melasse, Verarbeitung 112.
Metalle, Wirkung auf Kohlenwasserstoffe 167.
Mineralbestandtheile des Rußes 186.
— der Schwärze 192.
Mineralöle zur Rußfabrikation 61.
—, Entfärbung 115.
Mineralschwarz 97.
Mineralтheer 17.
Moistfarben 194.
Moorkohle 78.

N.

Nadelkohle 77.
Naphtalin zur Rußfabrikation 122.
—, Vorkommen im Ruß aus Naturgas 187.
α-Naphtylamin, Farbstoffbildung 99.
Naßmühle 94.
Naturgas zur Rußfabrikation 67, 125, 130.
—, Zusammensetzung 129.
—, Gewinnung 126.
—, Produktion der Verein. Staaten 128.
Niederschläge, Beseitigung durch Kohle 117.
Nitrosomethylanilin, Oxydation durch Kohle 100.
Normalfarbe zur Bestimmung der Entfärbungskraft 198.
Nuance, Bestimmung 189.

O.

Oberflächenwirkung der Kohle 99.
Oefen zur Flammrußfabrikation 22, 132.
— — Schwärzefabrikation 80, 111.
Oel, thierisches 110.
Oele, Verbrennung 18.
—, Eigenschaften 18.
—, Entfärbung 115.
Oelfarben, Untersuchung 193.
Oelgas zur Rußfabrikation 60, 121, 164.
Oelschiefer, schottischer 72.
Oelruß 182.
Oelschwarz 97.
Oxydationswirkungen von Kohle 100.

P.

Palladiumschwamm 100.
Papierschiefer 78.
Paraffin, Entfärbung 101, 115, 203.
Pariser Schwarz 97.
Pech, Gewinnung neben Ruß 146.
Pechkohle 78.
Peerless Black 182.
Petroleumrückstände 15, 114, 164.
Pfeifenthon 99.
Pflanzenaschen 192.
Pflanzenextracte 110, 111.
Phenylendiamin, Farbstoffbildung 100.
Phosphate, Wirkung auf Kohle 102.
Phosphorkohle 114.
Phosphorsäure, Gewinnung 108, 109.
Platinchloridlösung, Reduction durch Kohle 101.
Platinschwamm 100.
Polymerisationsproducte des Acetylen 123, 170.
Posidonienschiefer 97, 114.
Präcisionsfaßpackmaschine 178.
Preßluft in der Rußfabrikation 153.
Pyridinbasen, Gewinnung 106, 110.
Pyrophor, Ruß als 45.
—, Schwärze als 81, 93.

R.

Rauch, Condensation 38, 154.
Reaction, Einfluß auf die Entfärbung 115.
Rebschwarz 97.
Reductionswirkungen der Kohle 2, 100.
Regulirschieber 28.
Retortengraphit 167.
Retortenofen für Schwärzefabrikation 81.
— zum Calciniren des Rußes 13, 177.
Riechstoffe, Fixirung durch Kohle 99.
Rohmaterialien für Rußfabrikation 49, 119.
— — Schwärzefabrikation 75.
— — Entfärbungspulver 102.
Rosanilinbildung 100.
Rothsalz 15.
Rotirender Schwärzeofen 89.
Ruß, Definition 4.
—, Bildung 5.
— in Leuchtflammen 7.
—, Unterschied von Schwärze 4, 191.
—, Abscheidung aus Leuchtflammen 11.
—, Handelsstatistik 21, 181.
—, ventilirter 41, 161.
—, Reinigung 43.
—, calcinirter 45.
—, Graphitgehalt 48.
—, schwedischer 14.
—, Anwendung 14, 48, 119.
—, Entfärbungsvermögen 103.
—, Ausbeuteziffern 21, 181.
—, Einfluß der Bildungstemperatur auf die Eigenschaften 152.
—, Zusammensetzung 6, 7, 186.
—, Handelsstatistik 49, 182, 183.
—, Prüfung und Untersuchung 185.
—, fetter 187.
—, fuchsiger 188.
— aus Schornsteinen 14.
— — Harz, Theer ꝛc. 22, 132.
— — Steinkohlen 24, 181, 186.
— — Oelen 50, 162.
— — Kienholz 15, 136.
— — Benzol 120.
— — Naphtalin 122.
— — Acetylen 122, 169.
— — Carbid 122, 169.
— — Naturgas 67, 125, 129.
Rußbildung, Theorie 5.

Rußcondensation 11, 12, s. a. Rußfänger.
Rußfabrikation, Rohmaterialien 12, 15, 119.
—, Allgemeines 13, 119, 130.
Rußfänger 35, 137, 154.
Rußfarben, angeriebene 193.
Rußkammern, Ausführung 40, 134, 137.
— für Lampenruß 51.
Rußöfen 22, 133.
—, Saarbrücker 24.
—, Schwarzwälder 31.
— für festes Material 31, 136.
— mit Kühlvorrichtung 32, 139.
— nach Zerr u. Rübenkamp 133.
— mit transportabler Feuerung 133.
— nach Fabricius 136.
— — Custodis 139.
— — O. Thalwitzer 141.
— mit Pechgewinnung 146.
— der Kölner Rußfabriken 148.
—, rotirende 147.
— nach G. Wegelin 146, 150, 152.
—, Leistungsfähigkeit 131.
—, Explosionen 16, 19, 134, 150.
Rußofengase, Zusammensetzung 20.
—, Entrußung 35, 38, 137, 154.
—, Abkühlung 32, 139.

S.

Sägespäne, Verkohlung 88.
Salze, Absorption durch Kohle 99, 117.
Salzsäure zur Entkalkung der Knochenkohle 107.
Satz der Blutlaugensalzfabrikation 102, 105.
Sauerstoff, Absorption durch Kohle 3.
Saugluftstaubcollectoren 158.
Schiefer, bituminöse 78.
Schieferschwarz 97.
Schmutzruß 41.
Schornsteinruß 14.
Schwarzfarben, angeriebene 193.
Schwärze, Definition 4.
—, Unterschied von Ruß 4, 191.
—, Allgemeines 70.
—, Fabrikation 79.
—, Selbstentzündung 93.
—, Eigenschaften und Anwendung 96.
— als Filtermasse 97.
— — Entfärbungspulver 99.
— aus der Blutlaugensalzfabrikation 102, 105.
—, Prüfung und Untersuchung 191.
—, Bestimmung der Herkunft 191.
—, Herstellung auf nassem Wege 98.
Schweelgase 19.
Schwefel, Ursache der Selbstentzündung 81.
Schwefeleisen in Knochenkohle 107.
— — der Schwärze 112.
Schwefelsäure zur Reinigung von Ruß 43.
— — Verkohlung 111.
— — Entkalkung von Knochenkohle 108.
Schwefelzinn 117.
Schweflige Säure zur Entkalkung der Knochenkohle 109.
Schuhwichse 108.
Selbstentzündung von Ruß 45.
— — Schwärze 93.
Sichtmaschine für Ruß 42.
Silbernitratlösung, Reduktion durch Kohle 101.
Silicate, Entfärbungsvermögen 99, 101.
Spectrocolorimeter 203.
Speisevorrichtung für Rußlampen 52.
Specifisches Gewicht, Bestimmung 186.
Standard-Wascher 154.
Staubcollectoren 158.
Steinkohle 1, 2, 71.
Steinkohlentheer, Zusammensetzung 73.
—, Entwässerung 16.
—, Verrußung 31, 139, 146 u. ff.
Stiefelwichse, Statistik 96.
Strohstofffabrikation Abfalllaugen 112.
Sulfitcelluloselaugen 112.
Sulfophenolcampher 100.

T.

Temperatur der Flamme 10.
—, Einfluß bei der Verkohlung 73, 75.
— — auf die Entfärbung 115.
— — — — Rußbildung 10, 135.
Theer, präparirter 17.
— zur Herstellung von Entfärbungspulvern 113, 114.
—, directe Verrußung 146.
Theerruß 49, 182.
Thierkohle 2, 100.
—, Stickstoffgehalt 106.
—, Entfärbungskraft 100.
—, Unterschied von vegetabilischer Kohle 191.
Thon, Entfärbungsvermögen 101, 113.
Thonerde, Einfluß auf das Entfärbungsvermögen 113.
Thonerdehydrat, Entfärbungskraft 101.
Thonschiefer, bituminöser 97.
Torf 1, 2, 113.
Trinkwasser, Reinigung mit Kohle 117.
Trockenapparat für Entfärbungspulver 116.
Trockenräume für Schwärze 96.
Tusche, chinesische 69.

V.

Vacuum, Erzeugung durch Kohle 3.
Ventilation des Rußes 41, 161.
Verbrennung, Definition 5.
—, unvollständige 4.
Verbrennungseinrichtung für Rußöfen 29.
—, transportable 133.
Vergasungsofen für Rußmaterial 56, 67, 146 u. ff.
Verkohlung 4, 70.
Verpacken des Rußes 45, 177.
Verkaufspreise für Ruße 49, 182.
— — Schwärzen 97.
Viscosität der Oele 18.

W.

Wärme, Wirkung auf entleuchtete Flammen 9.
Wärmeausnutzung der Abgase 34., 65, 151.
Wärmeentwickelung rußender Flammen 66.
Wassergehalt der Rohmaterialien zur Rußfabrikation 16.
Wasserstoff, Absorption durch Kohle 3.
Wasserstoffsuperoxyd, Verhalten gegen Acetylen 123.
Weinrückstände, Verarbeitung 76, 88, 97.
Wiederbelebung von Knochenkohle 117.
Wurzelstockholz, Verarbeitung 15, 136.

Y.

Yorkshirekohle 71.

Z.

Zuckersaft, Entfärben von 115.

Berichtigungen.

Seite 61, Zeile 10 von unten: lies Seuing statt Sennig.
Seite 61, Zeile 11 von unten: lies Chr. Hoffmann statt Hartmann.

(Schluß der Ankündigung zur fünfzehnten Lieferung.)

Liefrg. 13. Guttmann, Oscar. „Handbuch der Sprengarbeit." Zweite Auflage, welche an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 51 tritt.

Liefrg. 14. Höfer, Prof. Hans. „Das Erdöl und seine Verwandten." Zweite Auflage, welche an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 47 tritt.

Liefrg. 15. Köhler, Dr. Hippolyt, „Die Fabrikation des Rußes und der Schwärze aus Abfällen und Nebenprodukten mit besonderer Berücksichtigung der Entfärbungskohle". Zweite vermehrte Auflage, welche an die Stelle von Bolley, Technologie, Liefrg. 49 tritt.

In der ersten Serie sollen die begonnenen aber noch nicht vollendeten Arbeiten, nämlich:

Ersten Bandes dritte Gruppe: „Die chemische Technologie der Brennstoffe", Heizung, Ventilation usw.,

Fünften Bandes zweite Gruppe: „Chemische Technologie der Gespinnstfasern"

weitergeführt und außerdem die noch fehlenden Gruppen, nämlich:

Gruppe 2. (Bd. III.) **Die Fabrikation der Tonwaren usw.**
Gruppe 4. (Bd. IV.) **Die Konservierung der Speisen usw.**
Gruppe 5. (Bd. IV.) **Die Preßhefefabrikation.**
Gruppe 1. (Bd. VI.) **Die chemische Technologie der Baumaterialien usw.**
Gruppe 5. (Bd. VI.) **Die chemische Technik der graphischen Künste,**

je nachdem die Verhältnisse es möglich machen, und so weit die betreffenden Kapitel in den bisher erschienenen Lieferungen noch nicht bearbeitet sind, angereiht werden.

Die Bearbeitung dieser Gegenstände ist von folgenden Autoren übernommen:

Band I. Gruppe 3. „Chemische Technologie der Brennstoffe." Von Prof. Dr. F. Fischer in Göttingen.

Band III. Gruppe 2. „Fabrikation der Tonwaren." Von Regierungsrat Dr. H. Hecht und Chemiker und Patentanwalt Ed. Cramer.

Band IV. Gruppe 4. „Konserven." Von Prof. Dr. G. Rupp in Karlsruhe.

Band V. Gruppe 2. „Verarbeitung der Pflanzen- und Tierfasern, Zeugfärberei und Zeugdruck." Von Professor Dr. Otto N. Witt in Berlin.

Band V. Gruppe 4. „Die Chemie der natürlichen Farbstoffe." II. Teil. Von Professor Dr. H. Rupe in Basel.

Neue Folge: „Stärkefabrikation." Von Professor J. Brößler in Budapest.

„Chemische Technologie der Mörtelmaterialien." Von Professor Max Gary in Halensee.

Braunschweig, im November 1906.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

In vierter Auflage erschien:

Lehrbuch der anorganischen Chemie

von

Professor Dr. H. Erdmann,

Direktor des Anorganisch-Chemischen Instituts der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin.

XXVI u. 794 Seiten. gr. 8. Mit 303 Abbildungen, 95 Tabellen, einer Rechentafel und sieben farbigen Tafeln.

Preis geh. 15 M., geb. in Lnwd. 16 M., geb. in Hlbfrz. 17 M.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen.

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Industrie des Steinkohlenteers und Ammoniaks.

Von

Prof. Dr. Georg Lunge.

4. Auflage, umgearbeitet und stark vermehrt von **Dr. Hippolyt Köhler.**

I. Band. **Steinkohlenteer.** Mit 201 Abbild. *M.* 14.—, geb. *M.* 16.—.
II. Band. **Ammoniak.** Mit 82 Abbildungen. *M.* 8.—, geb. *M.* 10.—.

Zeitschrift für angewandte Chemie: . . . In der Köhlerschen Bearbeitung, welche die technische und Patentliteratur in erschöpfender Weise verwertet und die Erfahrungen der Leiter der bedeutendsten Fabriken sich zunutze gemacht hat, ist das Lungesche Werk wieder das in wissenschaftlicher und technischer Hinsicht unerreichte standard work der Steinkohlenteerindustriellen geworden.

Glückauf: . . . Allen, denen daran liegt, sich mit dem heutigen Stande der Industriezweige des Steinkohlenteers und Ammoniaks gründlich vertraut zu machen, namentlich auch den Grubenverwaltungen, welche Kokereien mit Gewinnung der Nebenprodukte betreiben, sei daher die neue Auflage des Lungeschen Werkes angelegentlichst empfohlen.

Der gegenwärtige Stand der Abwässerfrage.

Dargestellt für die Industrie, unter besonderer Berücksichtigung der Textilveredelungsindustrie. Auf Veranlassung des Vereins der Deutschen Textilveredelungsindustrie Düsseldorf.

Von

Dr. Georg Adam.

3 Blatt und 128 Seiten. gr. 8. Preis M. 3.—.

Deutsche Metall-Industrie-Zeitung: Die Frage, wie die Abwässer zu behandeln sind, wird von Jahr zu Jahr brennender, je mehr die Menschen aneinander wohnen und je mehr diejenige Industrie wächst, welche solche Abfallstoffe liefert. Die Zusammenfassung des Materials, welches in vielen einzelnen Quellen zerstreut war, ist daher ebenso dankbar, als mühevoll. Der Stoff wird nach der wirtschaftlichen, rechtlichen und namentlich technischen Seite hin ausführlich behandelt.

☛ Diesem Werke sind beigegeben: Vier Prospekte der Verlagsbuchhandlung von **Friedr. Vieweg & Sohn** in **Braunschweig,** betreffend 1. ***Köhler,*** **Chemie und Technologie der natürlichen und künstlichen Asphalte.** — 2. ***Höfer,*** **Das Erdöl und seine Verwandten.** — 3. ***Gentele,*** **Lehrbuch der Farbenfabrikation.** I. Band. — 4. ***Vogel,*** **Neue gesetzliche und technische Vorschriften, betr. Calciumcarbid und Acetylen.**

Cabot Science
003408830
3 2044 091 944 108